

GALILEO

Rivista di informazione, attualità e cultura degli Ingegneri di Padova

Fondata nel 1989

Direttore responsabile

ENZO SIVIERO

www.collegioingegneripadova.it

duecentosettantacinque



ABBIAMO UNA CRISI DI CRESCITA!

In questo difficile momento storico per il mondo delle imprese e del settore dei lavori pubblici, le capacità imprenditoriali delle nostre consorziate e le competenze professionali di Pangea hanno fatto crescere in maniera significativa il nostro Consorzio.

Stiamo diventando un riferimento imprescindibile sul Territorio Nazionale in grado di realizzare e gestire opere aventi volumi di lavoro sempre più significativi e relazioni sempre più complesse.

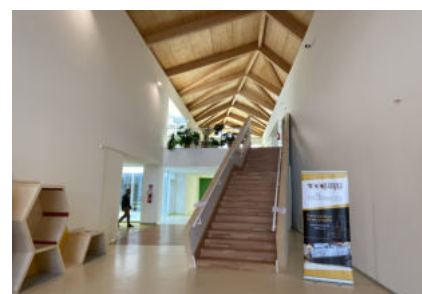
Per un consorzio grande ci vuole un sito web sempre più grande!

STIAMO ARRIVANDO...

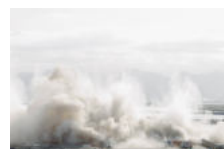
LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL NUOVO PONTE SUL FIUME TICINO A VIGEVANO (PV)



LAVORI DI COSTRUZIONE DEL NUOVO POLO SCOLASTICO DI PRATOLA PELIGNA (AQ)



**LAVORI DI DEMOLIZIONE DEI SILOS E RIQUALIFICAZIONE DELLE AREE CIRCOSTANTI
LA ZONA RIVA DI PONENTE NEL PORTO DI CAGLIARI**





Ricciardello Costruzioni, sin dalla sua fondazione nel 1966, progetta e realizza grandi infrastrutture, quali ferrovie, strade, autostrade, porti, aeroporti, edifici civili e industriali, reti di distribuzione, raccolta e trattamento delle acque, conseguendo un elevato know how nella costruzione di grandi strutture: ponti e viadotti in calcestruzzo armato e in acciaio, gallerie, consolidamenti e fondazioni speciali, opere di protezione idraulica e difesa ambientale.

Ha conseguito le certificazioni di settore rilasciate dai seguenti istituti:



Ricciardello Costruzioni S.r.l.

Sede legale:
Via Poli, 29 - 00187 ROMA
Tel.: +39 06 6781331
Fax : +39 06 69292801
web: www.ricciardellocostruzioni.com

Sede Amministrativa:
Loc. Ponte Naso - 98074 NASO (ME)
Tel.: +39 0941 961555/961640
Fax : +39 0941 961600
email: info@ricciardello.com



VIADOTTO STRADA A MARE GENOVA



PASSERELLA STRALLATA SUL BRENTA



PONTE GIREVOLE SR352 GRADO



VIADOTTO TANGENZIALE EST PADOVA



eCAMPUS
UNIVERSITÀ ONLINE

#iostudioonline con l'università eCampus

**5 FACOLTÀ,
49 Percorsi di Laurea.
Lezioni, Tutor ed esami,
tutto online.**

- › Segui le lezioni e dà i esami online **direttamente da casa** e in tutta sicurezza dal tuo **computer** o dal tuo **smartphone**.
- › Hai un **tutor online** a tua disposizione per tutto il percorso universitario.
- › Puoi usufruire anche dell'assistenza di un **tutor personale, concreto punto di riferimento in tutte le fasi di studio**.
- › **Contatti facilmente i docenti** attraverso la **live chat**.
- › Con l'app **eCampus Club** sei sempre **in contatto con gli altri studenti**.

PERCORSI DI LAUREA | GIURISPRUDENZA | Servizi giuridici per l'impresa - Scienze penitenziarie - Criminologia - Scienze politiche e sociali - Comunicazione istituzionale e d'impresa - Digital marketing - Digital entertainment and gaming - Influencer - Giurisprudenza | **INGEGNERIA** | Ingegneria gestionale - Ingegneria energetica - Ingegneria chimica - Veicoli ibridi ed elettrici - Ingegneria civile e ambientale - Ingegneria paesaggistica - Sistemi di elaborazione e controllo - Ingegneria informatica e delle App - Droni - Ingegneria tecnologica gestionale - Ingegneria termo meccanica - Ingegneria progettuale meccanica - Industria 4.0 - Ingegneria civile - Ingegneria informatica e dell'automazione | **ECONOMIA** | Economia e commercio - Psicoeconomia - Scienze bancarie e assicurative - Start-up d'impresa e modelli di business - Scienze dell'economia | **PSICOLOGIA** | Scienze e tecniche psicologiche - Scienze dell'educazione e della formazione - Scienze dell'educazione della prima infanzia - Scienze biologiche - Scienze delle attività motorie e sportive - Sport and football management - Psicologia clinica e dinamica - Psicologia giuridica - Psicologia e nuove tecnologie - Pedagogia e scienze umane - Pedagogista della marginalità e della disabilità - Scienze dell'esercizio fisico per il benessere e la salute | **LETTERE** | Letteratura, arte musica e spettacolo indirizzo artistico, audiovisivo e dello spettacolo - Letteratura, arte musica e spettacolo indirizzo letterario - Design e discipline della moda - Lingue e culture europee e del resto del mondo - Letteratura, lingua e cultura italiana indirizzo promozione culturale - Letteratura, lingua e cultura italiana indirizzo filologico - Lingue e letterature europee - Traduzione e processi interlinguistici.

Per informazioni 800 410 300

www.uniecampus.it



Anno XXXV
N. 275
Luglio-Agosto 2024

*In copertina: La casa del guardiano e la sala di comando della Diga di Forte Buso presso il Lago di Paneveggio. Ohannés Gurekian.
Foto di Fulvio Bona.*

Direttore responsabile Enzo Siviero • **Condirettore** Giuliano Marel-la • **Vicedirettore** Michele Culatti • **Editore** Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova, tel-fax 0498756160, e-mail segreteria@collegioingegneripadova.it, www.collegioingegneripadova.it, P.IVA: 01507860284. **Presidente** Fabio Tretti • **Stampa** Berchet. Ingegneria di stampa - Padova- Via Scrovegni, 27 - 35131 • La rivista è pubblicata on-line nel sito: www.collegioingegneripadova.it • **Autorizzazione** Tribunale di Padova n. 1118 del 15 marzo 1989 • **Comitato di redazione** Adriano Bisello, Alessia Mangialardo, Valentina Antonucci, Rubina Canesi • **Coordinamento editoriale** Rinaldo Pietrogrande • **Corrispondente da Roma** e **Curatrice dei numeri speciali** Patrizia Bernadette Berardi • **Avvertenze** La Direzione non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione • **Tutela della privacy** i nominativi inseriti nella nostra mailing list sono utilizzati esclusivamente per l'invio delle nostre comunicazioni e non sarà ceduto ad altri in virtù del nuovo regolamento UE sulla Privacy N. 2016/679. Qualora non si desidera ricevere in futuro altre informazioni, si può far richiesta all'editore, Collegio degli Ingegneri di Padova, scrivendo a: segreteria@collegioingegneripadova.it

• Norme generali e informazioni per gli autori: Galileo pubblica articoli di ingegneria, architettura, legislazione e normativa tecnica, attualità, redazionali promozionali • Rivista scientifica ai fini dell'Abilitazione Scientifica Nazionale per le aree CUN 08 e 11. Referenti Aree CUN Francesca Sciarretta (Area 08), Marco Teti (Area 10), Enrico Landoni e Martina Pantarotto (Area 11), Carlo Alberto Giusti (Area 12)

• **Note autori:** i testi degli articoli forniti in formato digitale non impaginato e privi di immagini devono contenere: titolo dell'articolo; sottotitolo; abstract sintetico; nome e cognome dell'autore/i; titoli accademici/carica/ruolo/affiliazione e eventuale breve Curriculum professionale dell'autore/i (max 60 parole); note a piè di pagina; indicazione nel testo della posizione dell'immagine; bibliografia (eventuale). Didascalie delle immagini in formato digitale con file separato. Per gli articoli il numero orientativo di battute (compresi gli spazi) è circa 15.000 ma può essere concordato. Le immagini, numerate, vanno fornite in file singoli separati dal testo in .jpg con definizione 300 dpi con base 21 cm; non coperte da Copyright, con libera licenza o diversamente, accompagnate da liberatoria e in ogni caso con citazione della fonte. Trasmissione: gli articoli vanno trasmessi michele_culatti@fastwebnet.it e a enzo.siviero@esap.it e se il materiale supera i 10MB si chiede di trasmetterlo agli stessi indirizzi con strumenti di trasmissione telematica che consentano il download di file di grandi dimensioni. Le bozze di stampa vanno confermate entro tre giorni dall'invio. L'approvazione per la stampa spetta al Direttore che si riserva la facoltà di modificare il testo nella forma per uniformarlo alle caratteristiche e agli scopi della Rivista dandone informazione all'Autore. La proprietà letteraria e la responsabilità sono dell'Autore. Gli articoli accettati sono pubblicati gratuitamente.

• Iscrizione annuale al Collegio, aperta anche ai non ingegneri: 10,00 € per gli studenti di Ingegneria, 20,00 € per i colleghi fino a 35 anni di età e 35,00 € per tutti gli altri. Il pagamento può essere effettuato con bonifico sul c/c IBAN IT86J0760112100 000010766350 o in contanti in segreteria. •

Contenuti

LA FORMA DELL'ECONOMIA

**Strutture, luoghi e architetture del lavoro
nello sguardo contemporaneo**

Concorso fotografico

7

Editoriale

Enzo Siviero

12

**Lucio Blandini, un'eccellenza italiana
all'estero**

Comunicazioni con Enzo Siviero

13

Il Cyber Resilience Act

Antonio Tringali

15

Mantenimento dei Requisiti 4.0:

Adeguata e Sistematica Reportistica

**Massimo Battiston con la collaborazione
di Lucilla Lanciotti, Tomaso Santi,
Antonio Tringali, V. Emanuele Canetti,
Stefano Lissa**

18

18

Ohannés Gurekian, un vero architetto

**La riscoperta di un importante
rappresentante dell'architettura
bellunese del XX secolo**

Fulvio Bona

24

Il calcestruzzo proiettato

Giorgio Estrafallaces, Carlo Comin

32

**Caso studio: recupero e consolidamento
strutturale di cavalcavia mediante
tecniche e materiali innovati**

**Michele Fringuelli, Giorgio Giacomini,
Marco Bressan, Matteo Olivani**

35

35

La ricerca della forma di Sergio Musmeci

Matteo Ocone

41

Lezioni di ponti

Un ricordo del Prof. Riccardo Morandi

Fabio Abbruzzese

46

Ponte sullo Stretto di Messina

Pino Donato

49

Ponte sullo Stretto e ferrovia:

**stima del trasferimento di passeggeri dall'aereo
al treno nella relazione Sicilia-Continente**

Roberto Di Maria

50

**Feng Shui: il ponte antico tra Spazio e Salute
Architettura del Benessere centrata
sulla persona**

Silvia Ruffilli

55

**Esiste un'adeguata tutela legale
per i diritti dei musicisti?**

Patrizia Barrilà

60

**Ponti. Progettazione, tipologie, elementi
Recensione del libro di Antonio Cirillo**

Enzo Siviero

62



LA FORMA

CONCORSO FOTOGRAFICO

STRUTTURE, LUOGHI E ARCHITETTURE DEL LAVORO NELLO SGUARDO CONTEMPORANEO

BANDO

Articolo 1

Finalità del concorso

La redazione di **ARCHITETTI NOTIZIE** (per l'Ordine degli Architetti, Paesaggisti, Pianificatori e Conservatori della Provincia di Padova) e di **GALILEO** (Collegio Ingegneri di Padova) indicano il concorso fotografico *La forma dell'economia: strutture, luoghi e architetture del lavoro nello sguardo contemporaneo*.

Articolo 2

Tema del concorso

Il tema del concorso fotografico è *La forma dell'economia: strutture, luoghi e architetture del lavoro nello sguardo contemporaneo*:

- 1. Evoluzione degli spazi del lavoro**
L'evoluzione tecnologica e i cambiamenti indotti sugli spazi fisici del lavoro.
- 2. Fotografia come strumento documentario**
Il ruolo della fotografia nel testimoniare le condizioni di lavoro e le dinamiche sociali all'interno degli spazi lavorativi.
- 3. Spazio del lavoro e identità**
La fotografia come mezzo per esplorare e rivelare il rapporto tra spazio del lavoro e identità della persona.

2

1

3

Articolo 3

Partecipanti

Il concorso è riservato a tutti gli Architetti e Ingegneri di Padova e Provincia; agli iscritti alle associazioni fotografiche, agli studenti di architettura, ingegneria e fotografia ISVAF di Padova e Provincia. La partecipazione al concorso è gratuita.

Articolo 4

Modalità di partecipazione

Ogni partecipante potrà presentare fino a un massimo di 5 fotografie, in formato digitale JPEG, di dimensione massima 40x30 cm, con una risoluzione minima di 300 dpi.

La dimensione massima di ogni file è di 10 MB. Le fotografie dovranno essere inedite e non potranno essere state pubblicate in precedenza, pena esclusione dal concorso.

Ogni fotografia o set fotografico, dovrà essere corredata da un titolo, una descrizione delle immagini (massimo 1000 battute) e la data dello scatto.

Le fotografie dovranno essere inviate attraverso la compilazione del modulo di partecipazione collegandosi al sito www.laformadelleconomia.it

4

5

Articolo 5

Scadenza e modalità di invio

Le fotografie dovranno essere inviate **entro le ore 24 di martedì 15 ottobre 2024**. Nel modulo di partecipazione online dovrà essere obbligatoriamente indicato il nome completo del partecipante, l'indirizzo e-mail e un recapito telefonico.

Articolo 6

Giuria

La giuria sarà composta da esperti del settore fotografico e artistico e/o da membri delle due Redazioni. La giuria, dopo aver selezionato le fotografie, decreterà gli scatti fotografici per l'esposizione finale.

6

7

Articolo 7

Mostra fotografica

Le fotografie selezionate dalla giuria verranno esposte in occasione del Convegno a partire dal giorno 14 novembre fino al 3 dicembre 2024 nel giardino pensile Palazzo Moroni (Padova)

Articolo 8

Diritti d'autore

La proprietà intellettuale delle immagini e i diritti delle stesse restano di proprietà degli autori, fatto salvo quanto di seguito indicato e fermo restando il rispetto dei diritti conferiti all'organizzazione del concorso. Gli autori autorizzano le due Redazioni all'esposizione delle immagini. S'intende autorizzata la riproduzione delle immagini nell'ambito dell'iniziativa anche con mezzi multimediali, sul sito e/o sulle pagine Instagram e Facebook riviste ARCHI-

8

TETTI NOTIZIE e GALILEO. L'autore non potrà esigere alcun compenso ed avanzare qualsiasi altra pretesa per le immagini inviate. È garantita la citazione dell'autore al momento della riproduzione e pubblicazione delle immagini. Ogni autore è totalmente responsabile del contenuto delle proprie fotografie e di quanto ne fa oggetto. Il partecipante garantisce di essere l'unico ed esclusivo autore e proprietario delle immagini presentate. L'autore garantisce che le immagini non ledono alcun diritto di terzi e che, pertanto, per le immagini che ritraggono persone e/o cose per le quali è necessario ottenere uno specifico assenso (ad esempio: consenso scritto della patria potestà o di chi ne fa le veci in caso di minori), l'autore ha ottenuto l'assenso necessario (anche ove dovuto ai sensi del D. Lgs. N. 196/2003 "Codice in materia di protezione dei dati personali") per la partecipazione al presente concorso e per il conferimento agli organizzatori dei diritti di cui al presente regolamento. L'autore s'impegna a liberare le Redazioni di ARCHITETTI NOTIZIE e GALILEO da eventuali pretese di terzi al riguardo delle immagini presentate. I partecipanti al concorso dovranno garantire l'autenticità e l'originalità delle fotografie inviate, nonché garantire di essere titolari dei diritti d'autore delle opere presentate.

Articolo 9

Utilizzo delle fotografie selezionate per la mostra

L'organizzazione si riserva di utilizzare la documentazione fotografica della mostra per eventuali mostre future, citando sempre l'autore dell'opera.

Articolo 10

Sottoscrizione del Regolamento e Trattamento dati

La partecipazione al Concorso implica la completa e incondizionata accettazione del presente regolamento. I dati personali forniti nell'ambito del Concorso, ai sensi dell'art. 13 del d.lgs. 30 giugno 2003, n. 196, saranno raccolti e registrati dal comitato organizzativo su supporti cartacei, elettronici e/o informatici e/o telematici, protetti e trattati con modalità idonee a garantire la sicurezza e la riservatezza nel rispetto delle disposizioni del Codice. I dati forniti verranno utilizzati unicamente per finalità strettamente connesse al Concorso. A tal fine, i dati dei partecipanti potranno essere pubblicati sul sito web degli Ordini Professionali e delle Associazioni di fotografia. Il conferimento dei dati è necessario al fine di poter partecipare al concorso.

Per ulteriori informazioni scrivere a questo indirizzo di posta elettronica:
info@rappresentazioneurbana.it

Dal 1975, l'azienda Vergati Ascensori produce ed installa ascensori, scale mobili, servoscala e piattaforme elevatrici, caratterizzati dai più alti standard qualitativi per soddisfare anche le esigenze più specifiche.



VERGATI srl
Via Caldonazzo 13 · 35035 Mestrino (PD)
Tel. +39 049 8987160 · Fax. +39 049 8987280
www.vergatiascensori.it · info@vergati.it · P.I.02338720283

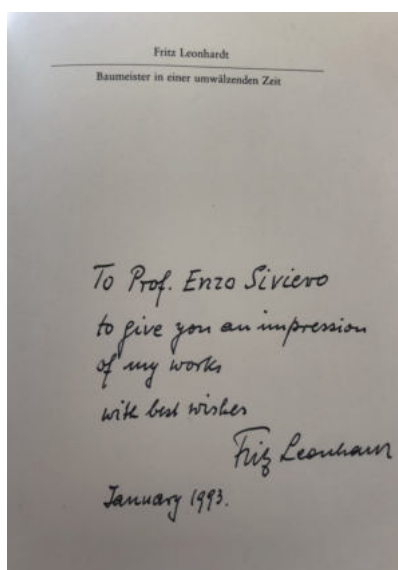




Un ascensore panoramico che trasforma l'esperienza degli spostamenti



Il design e la funzionalità si fondono armoniosamente in una struttura caratterizzata da una trasparenza quasi totale nel cuore del centro commerciale di Legnaro. La soluzione tecnica proposta prevede l'interramento del pistone, questo permette una maggior trasparenza con cabina al piano terra. Ogni viaggio è un'opportunità per ammirare il panorama da prospettive diverse.



Sono passati 25 anni dalla morte di Fritz Leonhardt (1909-1999) uno dei più grandi ingegneri del secolo scorso. Non vi è ingegnere civile che non ne conosca l'importanza non solo per le sue opere eccezionali, ma soprattutto per i suoi famosi libri: in tema di cemento armato precompresso (Spannbeton für die Praxis su cui mi sono preparato per l'esame di Tecnica delle Costruzioni nel 1967) di cui Lui dopo Eugène Freyssinet è stato il massimo interprete, e l'insieme dei volumi sul c.a. e c.a.p che stanno in tutte le librerie del settore. Ma a mio avviso la grandezza del Nostro sta nel primo organico libro sull'estetica dei ponti (Bridges Esthetics and Design) seguito a distanza di pochi anni da un altro splendido libro curato da Fabrizio de Miranda (Bridge Esthetics Around the World). Io stesso ne sono stato ampiamente ispirato organizzando nel 2001 allo IUAV di Venezia il convegno THE WORLD OF BRIDGES a seguire numerose altre iniziative sullo stesso tema...

Tra i suoi allievi più famosi vanno citati René Walther professore a Losanna e Walter Dilger professore a Calgary in Canada. Che pure ho avuto il privilegio di frequentare.

Famosissime le prove di laboratorio da Lui sviluppate su travi in c.a. a Stoccarda che ebbi la fortuna di vedere nel 1974, base sperimentale del traliccio di Mörsch.

Ma il più straordinario dei suoi allievi ed indubbiamente epigono a tutto campo è Jörg Schlaich (1934-2021) suo successore alla cattedra di Stoccarda, di cui uscirà a breve proprio sulla nostra rivista un'ampia monografia a cura di Patrizia Bernadette Berardi.

Per parte mia ebbi la fortuna di incontrare Leonhardt già nel lontano 1973 a Lisbona (dove ho seguito il corso internazionale sul calcestruzzo strutturale, trampolino per il mio futuro accademico e professionale) e molte altre volte. Memorabile il conferimento della laurea HC a Pavia promossa

dal mio maestro Giorgio Macchi (1930-2023) traendone ispirazione e incoraggiamento per la mia inclinazione, o meglio vocazione, verso l'architettura strutturale.

Egli fu anche rettore nella sua università dandovi una forte impronta verso il futuro.

Il suo studio Leonhardt Andrä und Partner da lui fondato nel 1939 (a soli 30 anni) e rifondato dopo la guerra nel 1953, è tuttora molto attivo a livello internazionale contribuendo alla valorizzazione dell'ingegneria strutturale coniugata in modo straordinario con l'architettura, come esempio per la nostra categoria.

Voglio concludere questi miei pensieri con il ricordo del dono più prezioso che ho da Lui ricevuto: il volumetto con le sue memorie con una bella dedica e il sottotitolo ERINNERUNGEN (ricordi) un compendio di vita accademica e professionale quale fulgido esempio per gli ingegneri e non solo, di quanto sia fondamentale coniugare la teoria e la prassi. Grazie Fritz. •

Lucio Blandini, un'eccellenza italiana all'estero

Comunicazioni con Enzo Sivioero

The focus of the Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design on concrete structures has its roots in the work of Emil Mörsch. The latter founded the Institute for Statics, Reinforced Concrete Construction and Bridges in 1916. His research contributed to the development of the fundamentals for the structural design of reinforced concrete and influenced later the works of his successors. Fritz Leonhardt became director of the Institute in 1958, which he renamed in Institute for Concrete Structures. His research and development works on reinforced and prestressed concrete elements resulted in innovative solutions for the bridges and tall television towers he designed. Moreover, Fritz Leonhardt's interest in lightweight structures and his search for design inspiration beyond the classic field of structural engineering led to a tight collaboration with Frei Otto and to the foundation of the Institute for Lightweight Structures (IL) in 1964. In 1974, Jörg Schlaich succeeded to Fritz Leonhardt. He (together with Kurt Schäfer) developed the strut and tie method on the basis of Emil Mörsch's analogy and thus helped to improve design methods significantly. Werner Sobek, scholar of Jörg Schlaich, first took over the chair of the IL in 1995 and in 2001 succeeded Jörg Schlaich, merging the two renowned institutes into one, the ILEK, dedicated to lightweight systems and sustainable concrete solutions. Two decades later, Lucio Blandini was named the new director of the ILEK.

Lucio Blandini, un'eccellenza italiana in Germania

da Corriere d'Italia - Pubblicazione italiana in Germania

<https://www.corriereditalia.de/italiani-allestero/lucio-blandini-uneccellenza-italiana-in-germania/>

Enzo Sivioero

Ricordo bene che una ventina di anni fa attorno al 2000 ricevetti la telefonata. Sono Lucio Blandini appena laureato in ingegneria civile all'università di Catania. La conosco per il suo fortissimo impegno culturale sul tema del CONCEPTUAL DESIGN. Vorrei incontrarla per qualche consiglio sul mio futuro. Come spesso mi succede, avendo una propensione particolare per dare consigli (solo se richiesti) ai neolaureati, aderii immediatamente e di lì a pochi giorni ci incontrammo a Padova. Mi colpì di Lucio la chiarezza di obiettivi per il suo futuro. Voleva, fortissimamente voleva, impegnarsi a cavallo tra università e professione e avendo riscontrato nella mia figura, bontà sua, il riferimento operativo -culturale italiano più vicino ai suoi desiderata, mi chiese, Professore come posso fare? Non ebbi dubbio. Il punto di riferimento era Jörg Schlaich a Stoccarda. Erede del grandissimo Fritz Leonhardt, epigono dell'altrettanto grande Frei Otto, di entrambi aveva interpretato gli spunti più avanzati trasformando i suoi pensieri in vere e proprie azioni sul campo. Tra il sapere, il saper fare e il saper far fare, Schlaich era ormai unanimemente considerato un capo scuola. Progettista di fama mondiale, ma anche teorico raffinato, interprete colto della necessità di declinare l'architettura strutturale, Schlaich era la persona giusta cui indirizzare gli interessi di Lucio. Detto fatto, in pochi mesi su mia richiesta, prontamente da Lui accolta, Jörg lo fece entrare nella sua Scuola come studente Phd. Un breve intermezzo per me molto piacevole fu la proposta di Lucio di promuovere a Siracusa, sede della facoltà di Architettura di Catania, la mia prima mostra ENZO SIVIERO IL TEMA DEL PONTE, in transito da Palermo a Reggio Calabria. Fu un successo enorme di cui giustamente anche Lucio era orgoglioso.

Il tempo passa. Io e Lucio interagiamo saltuariamente anche perché nel frattempo Schlaich aveva lasciato la cattedra di Strutture Leggere al suo brillante allievo Werner Sobek, che io non conoscevo se non di fama. Invero ben presto scoprii che lui invece conosceva bene il mio lavoro e ne apprezzava gli esiti anche didattici. Tanto che egli mi invitò a far parte della giuria di un concorso di progettazione a Stoccarda, mentre io a mia volta lo invitai come Keynote speaker al convegno Footbridge da me organizzato a Venezia.

Ebbene questi gli antefatti necessari per comprendere la mia



Lucio Blandini
Foto di Janine Kyofski ©

felicità allorché Lucio mi comunicò che dopo una importante esperienza professionale nello studio Sobek, a soli 44 anni era stato chiamato a ricoprire la stessa cattedra all'università di Stoccarda.

Con ciò si dimostra quanto in Germania, diversamente dall'Italia, nel campo della progettazione strutturale, vengano richiesti i soggetti che "fanno" e non solo "teorizzano", essendo chiaro che solo nel connubio virtuoso può risiedere la sintesi positiva. Nel caso di Lucio Blandini oltre alla sua attività di studioso, nei quindici anni di impegno professionale "alto" meritano di essere ricordati. La prima cupola in vetro strutturale al mondo con uno spessore di soli 10 mm nel 2005, il museo Ferrari a Modena, il museo di storia europea a Bruxelles e diversi progetti in Asia, America e Medio Oriente, tra cui ultimo l'aeroporto internazionale del Kuwait progettato da Norman Foster. Un insieme di eccellenze mondiali di cui essere giustamente fieri.

Ebbene, che dire se non che ancora una volta si nota che i talenti Italiani sono più apprezzati all'estero che in Italia. Tanto più in questo caso con una eredità di assoluto rilievo nella continuità a partire dal dopoguerra: Fritz Leohardt, Frei Otto, Jörg Schlaich, Werner Sobek, troviamo ora un italiano DOC come Lucio Blandini siciliano di origine, veneto di adozione, per avermi scelto come suo mentore, e ora tedesco come massimo approdo.

Bravo Lucio! la tua tenacia ti ha premiato e questo tuo straordinario percorso accademico-professionale-accademico (com'è prassi in Germania) può essere di esempio per i tanti nostri giovani ancora capaci di sperare nel loro futuro che altro non è se non il futuro della nostra Italia.

Ecco dunque il mio più sentito in bocca al lupo! Per la tua seppur relativamente breve storia, saprai farti valere anche come docente.

E grazie davvero di avermelo comunicato per primo.

Lucio Blandini

Conobbi Enzo Siviero oltre vent'anni fa, nell'estate del 2000. Ero un giovane neolaureato presso la facoltà di ingegneria di Catania, e nutrivo già una forte passione per la sintesi tra architettura e progettazione strutturale. Dopo un corso di studi calibrato ad hoc tra analisi strutturale e progettazione architettonica, cominciai a cercare riferimenti accademici per potere meglio approfondire questo mio interesse. Ho avuto così modo di conoscere professori universitari di chiara fama in Italia, sia ingegneri che architetti, dediti allo studio della interazione tra strutture e architettura; solo l'incontro estivo con Enzo Siviero mi diede però l'impulso necessario a partire.

Con l'acume e la lungimiranza del maestro, egli mi indicò la città di Stoccarda come topos ideale in Europa per proseguire la mia formazione in tal senso. Con una generosità inconsueta mi permise in agosto di accompagnarlo in Spagna per partecipare ad un simposio, in occasione del quale mi presentò Jörg Schlaich, considerato uno dei migliori strutturisti del secondo Novecento, specialmente per le molteplici

e rare capacità di sintesi tra forme e strutture. Allora Schlaich dirigeva l'Istituto di Progettazione Strutturale dell'Università di Stoccarda, quale successore dei non meno illustri Fritz Leonhardt e Emil Mörsch, ingegneri che avevano dato un fondamentale impulso allo sviluppo della progettazione strutturale.

Guidato nella mia ricerca da Werner Sobek- l'allievo prescelto da Schlaich- dopo i primi anni di studi a Stoccarda, ebbi modo di comprendere che tutti questi Maestri erano riusciti in poco più di cento anni di attività accademica a creare una vera e propria scuola di pensiero, ovvero la Scuola di Stoccarda. Questa si fondava da un lato sull'integrazione tra attività professionale di qualità e ricerca universitaria d'avanguardia con approccio interdisciplinare e dall'altro sulla cooptazione di membri di altissimo profilo, garantendone così continuità e prestigio. Ancora oggi non mi pare sussistano realtà paragonabili nel settore.

Dopo quell'incontro, ho avuto il privilegio di collaborare con Enzo Siviero in diverse iniziative: mi hanno sempre colpito il suo inarrestabile entusiasmo e l'infallibile intuito nel riconoscere talenti da valorizzare e coinvolgere. Insieme organizzammo nella mia terra, a Siracusa, una tappa della sua mostra "Enzo Siviero, il tema del ponte". Successivamente collaborammo nella promozione e divulgazione della ricerca sul vetro strutturale, realizzando un ponte tra la ricerca che svolgevo a Stoccarda e la tradizione del vetro fortemente ancorata a Venezia e nel Veneto. Nel corso di uno di questi eventi disse a mio padre che era presente -lo ricordo ancora con emozione- "ho dato a suo figlio una bicicletta e ne ha fatto una Ferrari", dopo che avevo completato un Master in Architettura a Filadelfia per ampliare il mio spettro di competenze.

Enzo mi ha poi invitato nel 2006 ad avviare con lui un corso estivo sul tema della progettazione col vetro per studenti di architettura dello IUAV, un'esperienza estremamente stimolante per me. Custodendo gli echi di quel corso -dopo 15 anni di attività professionale- ho accolto, come una quasi naturale prosecuzione, la proposta di subentrare a Werner Sobek, prendendo la cattedra che fu anche di Jörg Schlaich e Frei Otto, per continuare a promuovere la filosofia della Scuola di Stoccarda.

Adesso, insediato da poco più di quattro anni come professore, sono io a indirizzare e a supportare gli studenti di architettura e ingegneria per canalizzare al meglio i loro interessi, in particolare, verso l'approccio interdisciplinare e sostenibile alla progettazione. E penso sempre al monito di Enzo Siviero: guardare ai ponti, non solo come esempio unico dell'Arte dell'Ingegneria, ma anche come metafora umana, per essere noi stessi ponti tra le culture, le discipline, e, soprattutto, tra le generazioni. •



Museo Enzo Ferrari, Modena © Studio 129

Il Cyber Resilience Act

Antonio Tringali

Che lo si voglia o meno ci troviamo in un momento della storia in cui sono rinascenti le minacce della guerra vicina e, visto che i computer sono pervasivi, è logico che la guerra sia ibrida: l'attacco di uno Stato minaccia l'infrastruttura di un altro Stato aggredito. Dalle reti cellulari, a quelle energetiche, alle strutture economiche è tutto controllato da sistemi informatici. La guerra non è cavalleresca; è una rapina a mano armata tra Stati e i computer sono solo altri forzieri da scardinare.

Dall'alba del nuovo millennio è divenuto relativamente semplice per gruppi criminali organizzati attaccare la privacy, le menti e i soldi dei cittadini: riscatti per decriptare le informazioni di un'azienda, furti di denaro in digitale, propaganda per influire sul voto prima delle elezioni. Tutto ciò è cyber-guerra e cyber-criminalità.

Il termine "cyber" deriva da "kubernetes" - navigatore in greco - coniato dal matematico N. Wiener nel 1943 per la scienza della *cibernetica*. Questa si occupa del controllo e della comunicazione nei sistemi biologici, sociali e artificiali. Parte del loro controllo sicuro nella strategia europea è il *Cyber Resilience Act* (CRA), uno dei pilastri del *CyberSecurity Act* del 2019. Il CRA è stato preceduto da altre normative che mirano a preservare la continuità di specifici settori strategici: ad esempio NIS2 per infrastrutture energetiche, trasporti, etc.

Prodotto con elementi digitali

Se un prodotto commercializzato in Unione Europea contiene *elementi digitali* a connessione diretta o indiretta a servizi remoti, il cui impiego possa ledere alla salute, sicurezza o privacy dei consumatori, questo dovrà essere *cybersicuro*. Il prodotto in questione potrebbe essere un computer, uno smartphone, ma anche una TV con accesso a un servizio di streaming, nonché una quantità di sistemi digitali sempre più invisibili che cascano sotto il nome-ombrello di *Internet of Things* (IoT).

È difficile oggi trovare un oggetto con dell'elettronica dentro che non sia connettabile a Internet che, in linea teorica o pratica, non possa essere penetrato da agenti più o meno abili e malintenzionati. Questi attacchi costano una ventina di miliardi di Euro l'anno agli Stati e ai comuni cittadini europei secondo Thierry Breton, Commissario Europeo per il Mercato Interno e i Servizi. Un altro scopo del CRA è aumentare il livello di fiducia dei consumatori, perché la normativa rovescia la responsabilità di un prodotto dall'utente al produttore per tutta la durata del ciclo di vita del prodotto stesso. Il software diventa di per sé un prodotto

e come tale è da indicare nella documentazione di utilizzo che esso sia coperto dalla marcatura CE.

Durante il ciclo di vita il produttore dovrà garantire informazioni ai suoi clienti relative alle vulnerabilità, nonché aggiornamenti di sicurezza (automatici, ove applicabili). Realizzato l'hardware, ciò che può fare un oggetto fisico è abilitato dal software; su questo ci focalizzeremo, perché può essere cambiato. E' previsto che il tempo di supporto sia cinque anni, o un numero di anni inferiore se il prodotto è soggetto a scadenza giustificata.

È interessante notare che se un software è sviluppato o modificato esclusivamente per una pubblica amministrazione, esso risulta esente da queste responsabilità.

Applicabilità

Il CRA si applica a tutti gli *operatori economici* di una catena di fornitura fino al consumatore: sviluppatori software, produttori, distributori, importatori e rivenditori. L'eccezione è per gli sviluppatori open source/free software, a meno che essi non offrano assistenza tecnica a pagamento o usino commercialmente i dati dei propri utenti: in tal caso sono trattati come entità commerciali. C'è esclusione anche per:

Le piattaforme *Software as a Service* pure, cioè quelle che offrono software da remoto fruibile tramite ad esempio un browser, a patto che non elaborino i dati degli utenti a scopo commerciale. Ad esempio, GitHub per condividere privatamente o pubblicamente il codice sorgente di progetti software.

Tutti i software che siano coperti da altre normative con comparabili livelli di cybersecurity (NIS2, AI Act). Ad esempio, il software di controllo di una centrale nucleare.

Dispositivi nei settori elettromedicali, avionici, automotive, della sicurezza nazionale e militari. Questi hanno altre normative a cui adempiere, tipicamente più stringenti.

Proposto nel settembre 2022 a complemento della normativa NIS2, il CRA è stato formalizzato il 19/07/2023 e, dopo una consultazione relativamente

breve con le parti in campo, l'accordo politico tra i governi è stato raggiunto il 30/11/2023; è stato definitivamente approvato il 12/03/2024. Di fatto, dalla pubblicazione in Gazzetta Ufficiale Europea ci saranno trentasei mesi per adeguarsi prima che la normativa entri in piena forza attuativa, ma per alcuni dei suoi articoli i tempi saranno di ventuno e diciotto mesi.

L'ENISA è l'ente europeo preposto alla cybersicurezza delle infrastrutture e delle reti. Il CRA lo rende anche responsabile, insieme all'European Cybersecurity Competence Centre, di addestrare un numero di professionisti per supportare le attività di sorveglianza del mercato e le valutazioni di conformità in collaborazione con il settore privato e gli operatori economici. Va bene, un mucchio di buoni propositi. Vediamo adesso come si coniughino per chi queste misure le debba applicare, partendo dal basso della catena di fornitura. Anche perché le penali sono ingenti in caso di colpa grave: il CRA fissa multe fino a quindici milioni di Euro o fino al 2,5% del fatturato mondiale per l'anno fiscale precedente dell'operatore economico, secondo quale delle due cifre sia più elevata.

Sviluppatori

Il focus principale è su chi sviluppi commercialmente prodotti di consumo connessi. L'approccio è per una valutazione basata su rischi, utilizzando varie misure di sicurezza e le migliori pratiche di settore già dalla progettazione (*secure by design*).

Il prodotto complessivo deve possedere una configurazione iniziale sicura (*secure by default*), non accessibile da agenti non autorizzati, con la possibilità per i consumatori di ritornare alla configurazione di fabbrica.

In particolare, il prodotto dovrebbe elaborare solo i dati necessari in ossequio al GDPR. Le funzioni essenziali dovrebbero essere sempre disponibili: si pensi alla chiamata di emergenza di un telefono mobile anche in assenza di credito.

Durante tutto il ciclo di vita del prodotto dovrebbero essere forniti aggiornamenti di sicurezza e i propri utenti dovrebbero essere notificati di possibili falle. Ciò implica che il dispositivo su cui è eseguito il software sia sempre aggiornabile, il che potrebbe aumentare i costi di produzione dell'hardware.

Diventa obbligatoria la lista dei componenti su cui si basa il software, in modo simile ai prodotti elettronici, fornendo il *Software Bill of Materials* in uno dei formati standard insieme alla documentazione di prodotto. Gli sviluppatori dovrebbero redigere una dichiarazione di conformità. Questa dipende dalla *classe* del prodotto:

- Prodotti non critici: ad esempio, linguaggi come Python e framework per lo sviluppo web. Si stima che questi siano circa il 90% dei casi.
- Critici di classe 1: web browser, gestori di password, antivirus, gestori di VPN, ...
- Critici di classe 2: sistemi di virtualizzazione, firewall, CPU *tamper-resistant*.

La normativa suppone che i prodotti critici siano supportati da aziende dalle spalle larghe con valutazione effettuata da un ente di certificazione (ma non è sempre così), per i prodotti non critici basterebbe un'au-

tovalutazione e l'apposizione sulla confezione (se c'è) e nella dichiarazione di conformità della marcatura CE anche per il software. Se il software è scaricato da un sito web, la dichiarazione di conformità deve essere facilmente accessibile ai consumatori. Qualora lo sviluppatore venga a conoscenza di vulnerabilità deve effettuare entro ventiquattro ore notifica iniziale a un ente nazionale responsabile, seguita dopo settantadue ore da un rapporto più dettagliato. Lo sviluppatore deve pienamente cooperare con le autorità di sorveglianza del mercato e fornire loro il nome e l'indirizzo di ogni operatore economico al quale abbia fornito un prodotto. Tali informazioni devono essere conservate per un periodo di dieci anni.

Produttori

Dopo la progettazione (sicura) i produttori integrano i componenti di terze parti per realizzare un prodotto. Quindi da risorse interne ed esterne raccolgono e indirizzano le vulnerabilità riportate durante il suo ciclo di vita.

I produttori redigono la documentazione tecnica, la manualistica utente, appongono la marcatura CE, compilano la dichiarazione di conformità identificando chiaramente chi sia il produttore e come contattarlo. Nel caso si realizzino aggiornamenti di sicurezza del software, questi devono rimanere disponibili in qualche sito web fino alla fine del ciclo di vita del prodotto o almeno dieci anni, secondo quale sia il periodo più grande.

Soprattutto informano i *Computer Security and Incident Response Team* (CSIRT, vedi dopo) entro ventiquattro ore per una vulnerabilità verificata in un prodotto, fornendo opportuni dettagli e azioni correttive.

Importatori e distributori

La documentazione che manca, in quanto non fornita dal produttore (che potrebbe essere cinese), deve essere fornita dall'importatore, ivi compresa la dichiarazione di conformità. Devono essere fornite informazioni di contatto e istruzioni comprensibili per gli utenti. In assenza di questi requisiti il prodotto non può essere messo in vendita nel mercato europeo.

In caso di vulnerabilità sia il produttore sia la sorveglianza del mercato devono essere informati. Anche importatori e distributori devono conservare la documentazione per dieci anni.

In questa filiera l'importatore o il distributore che apporti *modifiche significative* a un prodotto o lo piazza nel mercato con il suo nome è considerato produttore ed è sottoposto ai vincoli di quest'ultimo. Le correzioni di sicurezza che non cambino la funzione intesa per un prodotto non sono considerate modifiche significative.

La cybersicurezza in Italia

Il mitico PNRR prevede 67,5 milioni di Euro per l'intervento "1.8 Cybersecurity", avente come soggetto attuatore l'Agenzia per la Cybersicurezza Nazionale (ACN), con specifica attenzione alla Pubblica Amministrazione. Dei fondi stanziati ventotto milioni sono dedicati alla creazione di CSIRT regionali, in modo che ci sia una risposta pronta ed efficace nel punto più vicino a un problema di cybersicurezza.

Altre entità da creare entro la fine del 2024 sono i Laboratori Accreditati di Prova (LAP). Attualmente ne sono previsti ventinove, in collaborazione con il Centro di Valutazione e Certificazione Nazionale. La dotazione prevista per i LAP è di duecentomila Euro.

I LAP saranno ufficialmente deputati a verificare e certificare software e prodotti connessi secondo i livelli minimi di sicurezza

previsti dal CRA. Si presume che i LAP certificheranno secondo lo schema EUCC (in fase di finalizzazione entro il 2024), approccio basato sui rischi per le certificazioni con verifiche proporzionate alla classe del prodotto, possibilmente non facendo costare troppo la procedura alle piccole/medie imprese. EUCC è basato sui *Common Criteria* e soppianderà eventuali altri schemi di certificazione nazionali; una certificazione è valida fino a cinque anni.

Le prospettive

L'Italia ha prevalenza sul territorio di piccole imprese e microimprese. Tradizionalmente la creazione di software prevede soluzioni che magari col tempo evolvono, ma inizialmente sono molto più un coacervo di scarsa progettazione e soluzioni connesse a server non molto ben amministrati.

Rispettare il CRA quanto fa aumentare i costi? Un parallelo possibile può essere fatto con l'industria elettromedicale: ci sono stime che la differenza tra rispettare e non rispettare i criteri di progettazione sicura sia circa il 25%. Quindi è presumibile che i prodotti sviluppati secondo CRA per una parte delle aziende possano condurre a una maggiorazione di costo per i consumatori di grosso modo un quarto in confronto ai prezzi attuali.

Rispetto alle soluzioni fai da te, per esempio utilizzando distribuzioni Linux confezionate in casa, il CRA potrebbe spingere verso distribuzioni certificate da fornitori come Microsoft, i quali agevolano l'appoggio sui loro cloud della parte servizi. Ciò non esime dall'amministrazione dei sistemi, ma vedo sempre più possibile in futuro l'esternalizzazione dei rischi ad aziende specializzate ritornando a basarsi su soluzioni prettamente commerciali.

Non è difficile immaginare una certa quantità di tempo di una o più persone in azienda dedicate a seguire (e fare in modo che siano risolti) i problemi. Il CRA prescrive che i problemi di cybersicurezza siano segnalati presto, però ciò avrebbe senso solo per i problemi più seri e sfruttabili da agenti malevoli, non anche per quelli a basso impatto.

Non si prendano le osservazioni sopra come sterile critica. La cybersicurezza è cosa buona e giusta, ma gli approcci in stile big bang non scalano e tendono ad ammazzare gli operatori economici più deboli, che in Italia si basano ancora su una buona dose di artigianato e con piccoli sviluppatori che supportano imprese più o meno grandi. In questo paese ben difficilmente sarebbe potuto nascere e prosperare Google. •

Riferimenti

- <https://www.cyberresilienceact.eu/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Single_Market
- <https://www.linuxfoundation.org/blog/understanding-the-cyber-resilience-act>
- <https://www.eunews.it/2023/12/01/nuove-norme-ue-sicurezza-informatica/>
- https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/ce-marking_en#:~:text=The%20letters%20'CE'%20appear%20on,health%2C%20and%20environmental%20protection%20requirements.
- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cyber-security-certification-framework>
- <https://www.acn.gov.it/>
- <https://www.csirt.gov.it/>
- <https://www.cybersecitalia.it/csirt-regionali-pubblicata-la-graduatoria-dei-finanziamenti-da-28-milioni-di>

euro-del-pnrr/27862/

- <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/cyber-come-funzionano-i-laboratori-accreditati-di-prova-lap/>
- <https://certification.enisa.europa.eu/>

Antonio Tringali. Libero professionista specializzato nello sviluppo di software embedded e non: dalla progettazione all'implementazione di sistemi complessi. Esperto nella risoluzione di problemi tecnici e nella creazione di soluzioni personalizzate per le esigenze dei clienti. Appassionato di tecnologia, costantemente aggiornato sulle ultime novità del settore. Specializzazioni: System architect, progettazione e sviluppo di applicazioni; debug, configurazione e deployment di sistemi; sicurezza.

Mantenimento dei Requisiti 4.0: Adeguatezza e Sistematica Reportistica

Massimo Battiston
con la collaborazione
di **Lucilla Lanciotti, Tomaso Santi,**
Antonio Tringali, V. Emanuele Canetti,
Stefano Lissa

Il Piano Nazionale "Transizione 4.0" offre una grande opportunità alle imprese italiane offrendo generosi benefici fiscali a chi investe sulla modernizzazione e digitalizzazione con l'obiettivo di migliorare la propria competitività.

Le agevolazioni riguardano varie tipologie di investimenti e, per quanto riguarda i beni strumentali materiali e immateriali funzionali alla trasformazione tecnologica e digitale dei processi produttivi, devono essere soddisfatti determinati requisiti.

Le imprese che beneficiano di queste agevolazioni devono essere in grado di dimostrare come tali beni agevolati soddisfano i requisiti imposti ed hanno la responsabilità di documentare il mantenimento della loro conformità per tutto il periodo di fruizione dei suddetti benefici.

Transizione 4.0

Con il termine **Transizione 4.0** (ex *Industria/Impresa 4.0*) si identifica una nuova visione d'impresa in grado di innovare i processi, gli asset produttivi, i prodotti e la stessa logica di business, con il fine di aumentare l'efficacia e l'efficienza dei processi aziendali per una maggiore competitività. Il tutto evidenzia il progressivo spostamento dell'industria verso attività di produzione basate su sistemi connessi, capaci di collegare mondo fisico e digitale. In breve: ottimizzazione e digitalizzazione nei processi. L'evoluzione a cui stiamo assistendo va ben oltre la semplice automazione dei processi aziendali, ma ne comporta l'ottimizzazione che si traduce in maggiore flessibilità e riduzione degli sprechi. Il tutto è reso possibile dalle cosiddette **tecnologie abilitanti**.

Quando parliamo di tecnologie abilitanti facciamo riferimento a innovazioni senza le quali non si potrebbe parlare di **Fabbrica Intelligente (Smart Factory)**, nella quale i processi sono flessibili, automati-

ci, autonomi e connessi. Internet of Things, Cloud & Big Data, Cyber-Physical System (CPS) e smart machine sono solo alcune di queste tecnologie. Ad esempio, i CPS, sistemi cyber-fisici connessi a Internet, agevolano le interazioni uomo-macchina e macchina-macchina attraverso lo scambio, in tempo reale, di informazioni e permettono di automatizzare e rendere autonoma la produzione industriale. Esse rappresentano l'integrazione e l'interconnessione di strumentazioni, apparecchiature elettroniche, protocolli di comunicazione, sensori, strumenti di analisi dei dati e interfacce facili da usare (Human Interface - HMI).

La Smart Factory rappresenta la svolta verso la quarta rivoluzione industriale. Si tratta di un'impresa ad elevato know-how, contraddistinta dalla crescente automazione, integrazione di sistemi cyber-fisici nei sistemi industriali, dalla comunicazione machine-to-machine (M2M), dalla digitalizzazione e informatizzazione dell'intero processo industriale, volta all'ottimizzazione dei processi. L'ottimizzazione dei processi industriali è mossa dalla necessità delle imprese di ridurre gli sprechi (energetici, di manutenzione, fermo macchina, ...) e la Smart Factory è in tal senso un'impresa efficiente e non solo.

La Smart Factory ha la capacità di reagire in tempo reale alle mutevoli condizioni del mercato poiché adotta un approccio innovativo alla produzione che permette una forte personalizzazione dei prodotti sulla base delle esigenze dei clienti, la tracciabilità dei prodotti lungo tutta la filiera, una maggiore efficienza energetica ed economica, data dalla capacità delle macchine di auto-regolarsi, e un'accelerazione dei tempi decisionali grazie alla disponibilità di informazioni e alla capacità delle macchine di prendere decisioni autonome e predittive. Tutti i passaggi e i processi produttivi come la pianificazione della produzione, lo sviluppo della logistica e il controllo della produttività sono connessi e integrati.

Il Piano Nazionale Transizione 4.0 è nato proprio per agevolare l'avvio di processi di rinnovamento del comparto industriale italiano. Tuttavia, è errato credere che per essere "4.0" sia necessaria una rivoluzione dell'azienda. Al contrario è possibile procedere gradualmente al rinnovamento e all'adeguamento di parti dell'impianto con un approccio "4.0". L'implementazione offre, quindi, nuove prospettive e possibilità sia in ottica di rinnovamento totale sia di retrofitting e/o revamping dell'impianto.

La Legge ed i suoi requisiti

Con la **Legge 11 dicembre 2016, n. 232** (Legge di Bilancio 2017), il Governo Italiano ha introdotto per la prima volta il cosiddetto **PIANO NAZIONALE INDUSTRIA 4.0** - successivamente trasformato in **IMPRESA 4.0** ed ora definito **TRANSIZIONE 4.0** - offrendo una serie di importanti agevolazioni fiscali dedicate alle imprese che investono nella trasformazione tecnologica e digitale secondo il modello "INDUSTRIA 4.0" per

l'innovazione dei propri processi produttivi, in ottica di Smart Factory, volti ad aumentare la competitività in ambito nazionale e, soprattutto, internazionale.

Per ottenere queste agevolazioni le imprese sono tenute ad effettuare investimenti in beni strumentali materiali e immateriali che soddisfano determinati requisiti tecnici esplicitati nei due allegati alla citata:

- **Allegato A** - Beni strumentali materiali
 - Gruppo I: Macchine il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori e azionamenti;
 - Gruppo II: Sistemi per l'assicurazione della qualità e della sostenibilità;
 - Gruppo III: Dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica «4.0»;
- **Allegato B** - Beni strumentali immateriali (software).

Questi due allegati, oltre ad elencare in modo abbastanza chiaro le tipologie di beni ammessi a beneficio, precisano quali sono i requisiti che questi beni devono possedere a seconda del gruppo di appartenenza. I beni appartenenti al Gruppo I devono necessariamente soddisfare i cosiddetti “5 + 2 su 3” requisiti che includono i requisiti di INTERCONNESSIONE ai sistemi informatici di fabbrica e INTEGRAZIONE automatizzata con il sistema logistico della fabbrica e/o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo; per tutte le altre tipologie di beni è, invece, richiesta la sola INTERCONNESSIONE.

Successivamente, il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE – ora Ministero delle Imprese e del Made in Italy o MiMIT) congiuntamente con l'Agenzia delle Entrate (AdE), hanno pubblicato la **Circolare N.4/E del 30/03/2017** (in seguito “**Circolare 4/E**”) che fornisce ulteriori precisazioni ed esempi utili alla comprensione dei requisiti che devono essere soddisfatti per poter accedere ai benefici fiscali «4.0».

La fruizione dei suddetti benefici fiscali è automatica e non richiede alcun tipo di richiesta né l'avvio di pratiche burocratiche per l'ottenimento. È sufficiente che l'impresa produca una adeguata documentazione attestante la conformità dell'investimento ai requisiti di legge ovvero attestante che il bene possiede caratteristiche tecniche tali da includerlo negli elenchi di cui all'allegato A o all'allegato B annessi alla legge di riferimento ed è interconnesso.

Tale documentazione può essere prodotta in forma autonoma qualora il valore dell'investimento sia inferiore ad una determinata soglia discriminante (€500.000 fino al 2019, €300.000 successivamente); per valori superiori la legge impone l'acquisizione di una Perizia Tecnica Asseverata rilasciata da un ingegnere o da un perito industriale iscritti nei rispettivi albi professionali o da un ente di certificazione accreditato.

Dall'entrata in vigore del Piano Nazionale Industria 4.0, si sono susseguite numerose FAQ, circolari e risoluzioni volte a fornire chiarimenti a supporto delle imprese, dei fiscalisti e dei tecnici incaricati ad effettuare le perizie sui beni 4.0. In particolare, si citano di seguito due interventi relativi all'argomento in oggetto:

- Il MiSE, con la **Circolare n. 177355 del 23 maggio 2018**, ha fornito alcune precisazioni in merito ai requisiti e, in particolare, sottolinea quanto segue: *10) Ulteriori chiarimenti in materia di “interconnessione” e “integrazione automatizzata”: ... soddisfatti anche il requisito della c.d. “interconnessione”: requisito che, è appena il caso di osservare, ai fini del mantenimento del diritto al beneficio, dovrà essere presente, evidentemente, anche nei periodi d'imposta successivi a quello in cui il bene viene interconnesso. ...*
- L'AdE, con la **Circolare 9/E del 23 Luglio 2021** (in seguito “**Circolare 9/E**”), ha precisato quanto segue: *Par. 5.4: ... il rispetto delle 5+2/3 caratteristiche tecnologiche e del requisito dell'interconnessione, dovranno essere mantenute in essere per tutto il periodo di godimento dei benefici 4.0. Al riguardo, si precisa che, ai fini dei successivi controlli, dovrà essere cura dell'impresa beneficiaria documentare, attraverso un'adeguata e sistematica reportistica, il mantenimento, per tutto il periodo di fruizione dei benefici, delle caratteristiche e dei requisiti richiesti” ...*

Il periodo di fruizione, a seconda del momento di effettuazione dell'investimento ovvero della disciplina agevolativa applicabile, può variare da 3 anni (credito d'imposta) a 5 e più anni (iperammortamento).

La Perizia

Tra le varie precisazioni, la **Circolare 4/E** e la **Circolare n. 547750 del 15 dicembre 2017**, il MiSE fornisce chiare indicazioni e modelli di riferimento per l'adempimento documentale previsto dall'art. 1, comma 11, della legge 11 dicembre 2016, n. 232 (perizia per la fruizione del c.d. iperammortamento). Tale documentazione deve descrivere e dimostrare come il bene, a seconda della tipologia di appartenenza, soddisfa i requisiti tecnici espressi dalla legge di riferimento. In particolare, ove applicabile, la documentazione deve essere strutturata e deve sviluppare le seguenti tematiche:

- descrizione tecnica del bene per il quale si in-

tende beneficiare dell'agevolazione che ne dimostri, in particolare, l'inclusione in una delle categorie definite nell'allegato A o B, con indicazione del costo del bene e dei suoi componenti e accessori (così come risultante dalle fatture o dai documenti di leasing);

- rappresentazione dei flussi di materiali e/o materie prime e semilavorati e flussi di informazioni che vanno a definire l'integrazione della macchina/impianto nel sistema produttivo dell'utilizzatore (allo scopo, si potranno utilizzare opportune metodologie di rappresentazione quali, ad esempio, schemi a blocchi, diagrammi di flusso, risultati di simulazioni, ecc.);
- descrizione delle caratteristiche di cui sono dotati i beni strumentali per soddisfare i requisiti obbligatori e quelli ulteriori applicati e menzionati al paragrafo 11.1 della Circolare 4/E;
- verifica dei requisiti di interconnessione; affinché un bene, coerentemente con quanto stabilito dall'articolo 1, comma 11, della legge di bilancio 2017, possa essere definito "interconnesso" ai fini dell'ottenimento del beneficio, è necessario e sufficiente che:
 1. scambi informazioni con sistemi interni (es.: sistema gestionale, sistemi di pianificazione, sistemi di progettazione e sviluppo del prodotto, monitoraggio, anche in remoto, e controllo, altre macchine dello stabilimento, ecc.) e/o esterni (es.: clienti, fornitori, partner nella progettazione e sviluppo collaborativo, altri siti di produzione, supply chain, ecc.) per mezzo di un collegamento basato su specifiche documentate, disponibili pubblicamente e internazionalmente riconosciute (esempi: TCP/IP, HTTP, MQTT, ecc.);
 2. sia identificato univocamente, al fine di riconoscere l'origine delle informazioni, mediante l'utilizzo di standard di indirizzamento internazionalmente riconosciuti (es.: indirizzo IP);
 3. descrizione delle modalità in grado di dimostrare l'interconnessione della macchina/impianto al sistema di gestione della produzione e/o alla rete di fornitura.

In sostanza, la documentazione deve fornire una "fotografia" completa e dettagliata delle caratteristiche del bene al momento della sua messa in funzione e di come esso risulta interconnesso e integrato con la "fabbrica" o con la rete di fornitura. Pertanto, la perizia "cristallizza" lo stato di fatto della conformità di un bene ai requisiti 4.0 al momento in cui la perizia stessa viene esperita.

Tale stato, quindi, deve essere mantenuto inalterato anche nei periodi d'imposta successivi a quello in cui il bene viene interconnesso. Qualora dovessero intervenire modifiche successive, eventualità non vietata, è indispensabile che queste non facciano venir meno il soddisfacimento di tutti i requisiti tecnici richiesti, inclusa l'interconnessione. Se dette modifiche dovessero essere sostanziali, è opportuno integrare la documentazione esistente riportando le variazioni apportate e dimostrando il mantenimento dei requisiti.

Interconnessione e "DATI"

Innanzitutto, come visto sopra, bisogna evidenziare che il Piano Nazionale Transizione 4.0 è nato per favorire, agevolare ed incentivare la trasformazione digitale del comparto industriale italiano.

Il MiSE ha definito i requisiti che devono avere i beni per consentire all'impresa di beneficiare delle agevolazioni fiscali e l'interconnessione è il requisito più importante ed è l'unico comune a tutte le tipologie di beni. L'interconnessione, in generale (salvo alcune eccezioni come precisato dalla Circolare 01 agosto 2018, n. 295485 del MiSE), prevede uno scambio bidirezionale di dati tra il bene e i sistemi interni e/o esterni e l'integrazione deve essere automatizzata, senza l'intervento di un operatore (ove applicabile).

Considerati gli obiettivi del Piano Nazionale, è ovvio che questi dati scambiati non possono essere fini a sé stessi ma devono costituire un valore aggiunto per l'impresa. Qualsiasi impresa, per avere un effettivo ed efficace controllo sulla propria struttura, ha un estremo bisogno di dati e informazioni che provengono dai propri reparti produttivi/operativi. Questi dati vengono, quindi, analizzati, rielaborati e riclassificati, ne viene verificata la congruità e vengono estrapolate le informazioni effettivamente utili ai processi decisionali che consentono di mantenere e, ove possibile, di intervenire per migliorare le performance che si traducono in una maggiore competitività sul mercato.

Pertanto, solo ed esclusivamente a queste condizioni l'impresa ha il diritto di accedere ai benefici fiscali messi a disposizione dal MiSE.

Ogni impresa costituisce un mondo a sé e le modalità di raccolta e di impiego dei dati di produzione possono variare in modo indefinibile. Nonostante il comune obiettivo di maggiore competitività, ciascuna impresa utilizza i propri dati al meglio delle proprie possibilità, dei propri specifici obiettivi ed interessi e degli strumenti di cui dispone.

I dati scambiati con il sistema informatico in virtù dell'interconnessione possono essere di varia natura, relativi a vari ambiti e gestiti per diverse finalità. Di seguito si riporta qualche esempio tipico:

- dati correlati all'ordine lavoro (ad esempio numero di pezzi da produrre, programma in esecuzione, pezzi prodotti, pezzi scarti, ...), generalmente gestiti dal MES e conferiti al ERP per la gestione logistica;
- dati relativi all'utilizzo delle risorse (tempi di attrezzaggio, di lavoro, di fermo, ...), generalmente gestiti dal MES e conferiti al ERP per la pianificazione delle risorse e per la misurazione delle prestazioni;
- informazioni connesse allo stato fisico della macchina o, in generale, parametri di lavoro (temperature, velocità, RPM, vibrazioni, ...) che possono essere utili per valutare la qualità del prodotto e/o per la manutenzione preventiva/predittiva della macchina;
- dati relativi al prodotto (misurazioni, lotti, matricole, ...) generalmente gestiti dal ERP per la tracciabilità e per la reportistica destinata al cliente;
- dati relativi ai materiali in ingresso, in lavorazione e in uscita (pesate, movimentazioni, localizzazione, ...) generalmente gestiti dal ERP per la gestione della logistica;
- ...

In generale, se l'integrazione è stata fatta secondo prassi e tale da soddisfare i requisiti di interconnessione e integrazione automatizzata, questi dati "eterogenei" vengono sistematicamente registrati in uno o più databases (DB), generalmente abbinati ad una marca temporale, per l'elaborazione in tempo reale e/o per svariati tipi di analisi a posteriori, siano esse interne all'impresa o

esterne (fornitori, clienti, produttori delle macchine).

Per soddisfare il requisito di interconnessione, i dati devono essere riferibili al bene specifico, univocamente identificabile, che li ha generati. Pertanto, questi dati registrati a vario titolo nel DB, dovrebbero consentire la ricostruzione, diretta o indiretta, della storia dell'utilizzo del bene e quindi di dimostrare la sussistenza ed il mantenimento dell'interconnessione per tutto il periodo di utilizzo.

Per buona prassi l'allegato tecnico, sia esso associato ad una perizia o ad un'autodichiarazione, dovrebbe riportare chiaramente, riferendosi al bene già in servizio, come siano state realizzate l'interconnessione e l'integrazione con i sistemi informativi (meglio includendo immagini, schemi e diagrammi a supporto delle argomentazioni); tale documento dovrebbe costituire di fatto la linea guida per il corretto tracciamento di come il bene sia stato utilizzato durante il periodo oggetto di agevolazione.

Adeguata e Sistemática Reportistica

Come visto, con la Circolare 9/E, l'AdE ha sottolineato la necessità di mantenere le caratteristiche ed i requisiti, verificati e documentati in fase peritale, anche nei periodi d'imposta successivi a quello in cui il bene viene interconnesso, e **l'impresa beneficiaria ha la responsabilità** di documentare il tutto attraverso un'adeguata e sistemática reportistica che, ovviamente, è riferita ai dati scambiati tra il bene e i sistemi interni e/o esterni in virtù dell'interconnessione e dell'integrazione.

È doveroso precisare che né la legge di riferimento 4.0 (Legge 232/2016) né le successive integrazioni e modificazioni fanno alcun tipo di accenno a questo argomento e non prescrivono alcun tipo di requisito, incombenza o vincolo. Sembra proprio che, a distanza di cinque anni dall'entrata in vigore del Piano Nazionale 4.0, il MiSE abbia aggiunto un ulteriore requisito agli iniziali 5 + 2/3 (nella Circolare 9/E l'AdE riporta integralmente il parere del MiSE).

Quindi, bisogna capire come l'impresa deve documentare e dimostrare il mantenimento dei requisiti nel lasso di tempo che intercorre tra l'attestazione iniziale (autocertificazione, perizia o certificazione) e l'eventuale successivo controllo effettuato dagli organi competenti.

Purtroppo, ad oggi, il MiSE non ha chiarito gli aspetti tecnici legati alle caratteristiche della documentazione che ha il compito di fornire una adeguata e sistemática reportistica che attesti il mantenimento dei requisiti 4.0, lasciando così aperta la porta alla libera interpretazione e, considerato il rischio di revoca dei benefici e le conseguenti sanzioni, creando un elevato livello di preoccupazione.

Pertanto, non resta che affrontare l'argomento con un approccio di tipo giurisprudenziale, ovvero possiamo fare un'analisi semantica per cercare di capire l'intento di chi ha emesso la circolare e, soprattutto, ponendoci dal suo stesso punto di vista, e per fare ciò possiamo avvalerci dell'indubbia autorevolezza dell'Istituto Treccani:

- **«adeguata»**: aggettivo con significato di «proporzionato, conveniente, giusto»;
- **«sistemática»**: aggettivo con significato di «che avviene o ricorre per sistema, cioè regolarmente, secondo determinate leggi», «che accade o si manifesta ogni volta che si verificano certe condizioni o situazioni», «che si fa, o si dimostra, per norma, per principio, per abitudine, ripetutamente o con continuità»;
- **«reportistica»**: deriva dal verbo inglese «to report», che significa «riportare, riferire», pertanto un «report» in informatica assume il significato di «prospetto riepilogativo di una raccolta di dati».

Quindi, sembra proprio che l'impresa debba essere in grado

di fornire un prospetto riepilogativo dei dati storici scambiati, in modo automatico, tra il bene e i sistemi interni e/o esterni nel corso di utilizzo del bene, a partire dalla sua interconnessione.

Ma ciò è estremamente difficile da farsi, se non impossibile se il sistema non è stato concepito "by design" fin dalla sua origine. Non è pensabile che l'AdE possa pretendere che l'impresa possa ricostruire, magari 5 anni dopo che il bene agevolato è stato interconnesso, lo storico dei dati scambiati dal bene stesso. Quindi, non può essere questo ciò che l'impresa è tenuta a fare.

Ma allora, cosa e come l'impresa deve documentare per dimostrare il mantenimento dei requisiti?

Come visto, se il bene è effettivamente e correttamente interconnesso secondo le prescrizioni di legge, i dati scambiati dovrebbero essere stati registrati in qualche DB, datati e correlati al bene che li ha generati. Quindi, in qualsiasi momento, dovrebbe essere possibile recuperarli per ottenere tutte le informazioni utili a dimostrare il corretto utilizzo del bene fin dalla sua interconnessione.

A questo punto, visto che i dati utili ci sono, resta da capire con che modalità bisogna presentarli in un prospetto riepilogativo. Le domande che sorgono spontanee sono quindi:

- Quali dati devono essere presentati nel report per poterlo considerare "adeguato"?
- Con che frequenza deve essere generato il report per poterlo considerare "sistemático"?
- È necessario che questi report vengano archiviati con data certa (firmati digitalmente con marca temporale, oppure inviati a sé stessi via PEC)?

C'è chi sostiene che l'AdE, considerato che i dati sono nella disponibilità dell'impresa e, quindi, potrebbero essere stati alterati/manomessi a posteriori, potrebbe contestarne l'autenticità. Pertanto, qualcuno suggerisce di creare periodicamente un report (es. semestrale) in modo che possa essere salvato, firmato digitalmente e marcato temporalmente o, in alternativa, inviato a sé stessi a mezzo PEC. Ma l'AdE che intervallo di tempo potrebbe considerare accettabile per la generazione di questo report?

Alcuni, in modo palesemente tendenzioso, propongono di effettuare periodicamente, a cadenza almeno annuale, una perizia integrativa di verifica del mantenimento dei requisiti e, in particolare, dell'interconnessione. Tuttavia, anche in questo caso, resta il dubbio che l'AdE possa sollevare obiezioni sul lasso di tempo intercorso tra due perizie.

In mancanza di indicazioni precise, non resta che affidarsi al buon senso. In fin dei conti l'AdE, giustamente, pretende di avere prove oggettive che tutti i requisiti 4.0, e quindi anche l'interconnessione, erano soddisfatti al momento in cui l'impresa ha iniziato a godere dei benefici fiscali e che questi requisiti si sono mantenuti fino al momento in cui effettua l'eventuale controllo.

Quindi, è ragionevolmente lecito presupporre che, ai soli fini di dimostrare all'ispettore designato dell'AdE ad effettuare i controlli la sussistenza e la permanenza nel tempo dell'interconnessione, sia sufficiente essere in grado di mostrare lo storico dei dati scambiati dal bene in qualsiasi momento della sua operatività

e, possibilmente, come questi dati sono stati utilizzati dai vari processi aziendali e come hanno contribuito a creare valore aggiunto.

Ne deriva, pertanto, che l'impresa deve effettuare una approfondita analisi per poter implementare procedure o deve dotarsi di strumenti in grado di recuperare, in qualsiasi momento, i dati e le informazioni che consentono, mediante una adeguata e chiara presentazione, di dimostrare la storia dell'operatività del bene agevolato. Ovviamente, sarebbe opportuno e conveniente che questa attività venisse fatta con il supporto di chi ha effettuato la Perizia 4.0 o l'Analisi Tecnica iniziale, eventualmente adottando un approccio di audit 4.0 interno periodico (es. annuale).

Conclusioni

L'Iperammortamento prima e il Credito d'imposta 4.0 ora, sono benefici che sono risultati oltremodo generosi per le imprese italiane. Questi benefici gravano pesantemente sulla finanza pubblica pertanto non potevano e non possono essere elargiti con leggerezza. Inoltre, la Corte dei Conti e l'Unione Europea, già da diversi anni e a più riprese, ha fatto pressioni rispettivamente sui Ministeri competenti e sullo Stato Italiano affinché il monitoraggio ed i controlli sui fruitori di soldi pubblici divenissero capillari e costanti (prova ne sono il Superbonus 110 nonché il bonus Ricerca & Sviluppo).

Come abbiamo visto, è estremamente importante se non fondamentale che, prima di accedere ai benefici fiscali 4.0, l'impresa disponga di una accurata e approfondita analisi tecnica in grado di dimostrare la conformità del bene ai requisiti imposti dalla legge di riferimento, in particolare l'interconnessione e, se applicabile, anche l'integrazione automatizzata con i sistemi informativi interni e/o esterni.

Se l'interconnessione è stata effettivamente e correttamente implementata, i dati scambiati da e con il bene dovrebbero essere stati archiviati da qualche parte in qualche database del sistema informativo aziendale. Se le suddette condizioni sono soddisfatte, l'impresa può dotarsi di procedure e/o strumenti in grado di recuperare i dati e le informazioni che consentono di dimostrare la storia dell'operatività del bene agevolato.

Non esiste uno strumento universale in grado di soddisfare le esigenze di qualsiasi impresa perché ogni impresa è diversa dalle altre. Anche nell'ambito della stessa impresa, ciascun bene potrebbe risultare interconnesso in modo diverso e con finalità differenti. Quindi è necessario analizzare il caso specifico e, conseguentemente, mettere in atto il metodo più idoneo e conveniente.

Non va dimenticato, infine, che tutte le caratteristiche del bene devono essere mantenute conformi ai requisiti 4.0, in particolare ciò che riguarda i più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro (ove applicabile). •

Massimo Battiston, laureato in ingegneria elettronica a Padova nel 1990; "master" europeo in Biomedical Engineering nel 1991; EOQ Quality System Manager nel 2003. Appassionato di elettronica, informatica e sistemi di controllo digitale, fin dalla laurea ha sempre svolto attività di consulente tecnico di direzione, a lungo e breve termine, presso aziende di varie dimensioni, dalle multinazionali alle piccole/medie imprese. I primi 20 anni li ha dedicati a gestire progetti di ricerca e sviluppo nel settore biomedicale. Per un periodo si è occupato di certificazioni aziendali (ISO 9001), certificazione di prodotto e di privacy. Per circa 10 anni ha gestito progetti di ricerca e sviluppo nel settore del riscaldamento elettrico, in particolare mediante l'impiego della fibra di carbonio, nei settori più disparati (edilizio, domestico, medicale, industriale, automotive, motor-sport, florovivaistico, zootecnico, ...), ottenendo anche alcuni brevetti. Esperienza triennale in qualità di amministratore unico di una piccola impresa appartenente ad un gruppo industriale multinazionale. Dal 2017 ad oggi ha supportato varie imprese con l'intento di accompagnarle lungo il percorso della transizione digitale; ha un attivo di circa 60 perizie "4.0" e alcune perizie tecniche estimative.

Lucilla Lanciotti Ingegnere elettronico iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Padova. Laureata ed iscritta all'albo dal 1993, ho svolto attività di ricerca e sviluppo soluzioni e applicazioni ICT, attività professionali ed imprenditoriali nel settore della consulenza ed auditing tecnologico, organizzativo e finanziario per la realizzazione di programmi d'innovazione e ricerca. Attualmente direttore tecnico Novafund SpA. Esperto UNINFO - comitati tecnici UNI/CT 519 Tecnologie abilitanti per Industry 4.0; UNI/CT 519 /05 Transizione digitale e sostenibile dell'impresa; UNI/CT 500/01 Coordinamento aspetti ICT ed Economia Circolare; UNI/CT 526/07 Profili di ruolo professionali trasversali operanti nel settore ICT. Esperto per la valutazione tecnica di programmi di ricerca innovazione e investimento per conto di UE, MUR, Mimit, altri Enti regionali. Iscritto all'Albo dei certificatori per attività di ricerca e sviluppo, innovazione tecnologica, design e ideazione estetica del MIMIT Coordinatore Gruppo Industria FOIV (Federazione Ordini degli Ingegneri del Veneto)

Antonio Tringali. Libero professionista specializzato nello sviluppo di software embedded e non: dalla progettazione all'implementazione di sistemi complessi. Esperto nella risoluzione di problemi tecnici e nella creazione di soluzioni personalizzate per le esigenze dei clienti. Appassionato di tecnologia, costantemente aggiornato sulle ultime novità del settore. Specializzazioni: System architect, progettazione e sviluppo di applicazioni; debug, configurazione e deployment di sistemi; sicurezza.

Emanuele Canetti, ingegnere informatico e imprenditore, si dedica a tempo pieno alla finanza agevolata dal suo primo impiego post-universitario nel marzo 2003. Il suo lavoro consiste principalmente nell'applicare le normative in contesti scientifico-tecnologici relativi a investimenti, ricerca e sviluppo. Con un gruppo multidisciplinare di collaboratori lavora per aziende private e studi professionali occupandosi anche di automazione nella gestione delle pratiche di ufficio e fornendo assistenza su progetti di digitalizzazione.

Stefano Lissa. Ing. in telecomunicazioni si occupa da sempre di information technology su progetti che spaziano dal system integration ai siti editoriali ed enterprise. Dal 2017 è consulente per gli incentivi 4.0 e ne cura gli aspetti operativi ed interpretativi sul sito itere.it. Attualmente impegnato nel business development di una soluzione di email marketing di cui è co-fondatore, si sta focalizzando nello sviluppo del pre-vendita e del post-vendita con l'uso dell'intelligenza artificiale.



MASTER PSICOLOGIA ARCHITETTONICA E DEL PAESAGGIO

Rivolto a psicologi, architetti, ingegneri; amministratori presso gli enti locali; a quanti operano nella scuola, nella sanità, nella salvaguardia dei beni culturali e architettonici e per la sicurezza

Master interateneo di II livello | Università degli Studi di Padova | Ottava edizione - a.a. 2024/2025

Direttrice: Prof.ssa Francesca Pazzaglia
Vice-direttore: Prof. Michelangelo Savino



Università degli studi di Padova
Università IUAV di Venezia (consorzata)

Con la partecipazione di CIRPA:
Centro Interuniversitario di
Ricerca in Psicologia Ambientale
(Sapienza Università di Roma)

Sbocchi professionali: psicologo consulente, architetto, designer, ingegnere esperti in psicologia architettonica per interventi in progetti territoriali, in luoghi di cura e educativi, in contesti urbani, per la salvaguardia dei beni culturali e nella promozione del patrimonio artistico e del paesaggio.

Contenuti: conoscenze teoriche, strumenti di valutazione e tecniche di intervento in Psicologia Architettonica.
Progettazione sociale e valutazione ambientale.
Soddisfazione residenziale, negli ambienti di cura e lavoro.
Progettazione architettonica e benessere.

INFO

direzione: prof.ssa Francesca Pazzaglia
mail: master.psicologiaarchitettura@unipd.it
francesca.pazzaglia@unipd.it
sito web: <https://dpg.unipd.it/paep>



Ohannés Gurekian, un vero architetto

**La riscoperta di un importante
rappresentante dell'architettura
bellunese del XX secolo**

Fulvio Bona

Da poco riscoperto, Ohannés Gurekian fu un ingegnere e architetto che nel corso del XX secolo si rese protagonista di un profondo cambiamento sociale nell'area agordina dove, grazie alla sua professionalità ed alla carismatica personalità, contribuì alla nascita di una irripetibile stagione di successi.



Ohannés Gurekian ritratto di fronte alla Pensione Dolomiti di Frassené (Archivio Gurekian)

La Provincia di Belluno può vantare di aver annoverato, tra i suoi cittadini più illustri, una personalità fuori dal comune. Un professionista di rara sensibilità e cultura che, a cavallo tra gli anni '30 e '70 del secolo scorso, ha vissuto ed operato prevalentemente nell'area agordina, lasciando profonde tracce tanto nel paesaggio dolomitico quanto nel suo tessuto sociale.

Dato il suo carattere, carismatico ed influente, e l'incredibile mole di lavori pubblici e privati che ha lasciato, ci si aspetterebbe di vederlo riconosciuto in ogni angolo del bellunese. Tuttavia per molto tempo il suo nome è stato dimenticato ed a sua memoria rimane oggi solo un rifugio alpino, situato ai piedi del versante meridionale del Monte Agner, e condiviso con il pittore veneziano Enrico Scarpa. Il suo nome era Ohannés Gurekian.

Discendente di due importanti famiglie armene e figlio unico di Léon e di Mariamik Azarian, Ohannés Gurekian nacque a Costantinopoli il 24 agosto 1902. Anticipando il genocidio degli armeni perpetrato dall'Impero Ottomano, nel 1907 la famiglia si trasferì a Roma dove Gurekian frequentò i primi anni delle scuole elementari prima di raggiungere Asolo, nella Marca Trevigiana, dove il padre Léon, famoso architetto e con un'importante attività progettuale alle spalle, aveva costruito una casa battezzandola Villa Ararat, dal nome dell'iconica montagna simbolo della terra d'origine. Ad Asolo Gurekian terminò gli studi elementari prima di frequentare le scuole medie e superiori nel famoso Collegio Armeno Moorat Raphaël di Venezia.

Sembra che il padre Léon avesse sconsigliato al figlio di scegliere l'indirizzo in architettura per proseguire gli studi, favorendo quindi l'iscrizione all'Università di Padova dove Gurekian conseguì prima la laurea in ingegneria civile (22 dicembre 1924) e successivamente anche la specializzazione in ingegneria idraulica (15 giugno 1926).

Tuttavia, secondo me, appare evidente che Gurekian avesse una predisposizione per il mondo dell'architettura e ciò è suggerito dal fatto che in tutta la sua successiva attività professionale non si occupò mai di ingegneria idraulica in senso stretto, dedicandosi piuttosto alla progettazione architettonica ed alla pianificazione urbanistica. Tale preferenza è suggerita anche dal suo trasferimento a Torino dove, dal 1927 al 1929, lavorò presso il noto studio di Vittorio Eugenio Ballatore di Rosana svolgendo, per l'appunto, il tirocinio da architetto.

Tornato ad Asolo collaborò inizialmente con l'ingegnere Giuseppe Bolzon, trasferendosi presto a Frassené, nel comune di Voltago Agordino, per avviare una propria attività professionale. La scelta della località agordina non deve sorprendere poiché la sua famiglia, fin dal 1921, era solita trascorrervi le ferie estive riscontrando in Frassené una somiglianza con il paese di Toz, sui monti sopra Treviso, dove i Gurekian avevano la residenza estiva prima dell'arrivo in Italia.

A Frassené trovò una terra adottiva dove mettere radici e che gli permise di esprimere al meglio la propria personalità. Amante della montagna e buon alpinista, dal 1933 al 1946 assunse anche la presidenza del C.A.I. di Agordo permettendo al sodalizio di

recuperare la vitalità perduta. Convinto sostenitore del turismo come mezzo per uscire dalla miseria della vita in alta quota, Gurekian da subito si fece promotore di iniziative sociali e culturali che in breve lo elevarono a vera e propria figura di riferimento in tutta l'area agordina. Propose di valorizzare l'offerta turistica fondando, a Frassené, la prima Pro Loco d'Italia sulla base di uno statuto che rappresentò per lungo tempo il riferimento giuridico di tutte quelle a venire. Grazie a Gurekian infatti, Frassené visse anni di gloria diventando una meta turistica riconosciuta ed ambita, al punto da essere conosciuta con il nome di "piccola Cortina".

Parallelamente svolse la sua attività professionale, divisa tra la docenza presso il prestigioso Istituto Minerario Umberto Follador di Agordo e la conduzione dello studio di progettazione che lo portò, in quasi cinquanta anni di attività, ad essere uno dei professionisti più prolifici del territorio bellunese, guadagnando presto l'apprezzamento sia della committenza privata sia di quella pubblica, e distinguendosi in un panorama che presentava già nomi di indiscutibile fama quali Adriano Barcelloni Corte, Alberto Alpago-Novello e Edoardo Gellner.

Sono convinto che Gurekian si sentisse un architetto, anche se il suo titolo di studio diceva diversamente. Era un architetto per il suo approccio multidisciplinare alla progettazione. Lo era per la costante ricerca di un linguaggio contemporaneo ma adattato tanto al contesto quanto alla tipologia dell'incarico. Lo era soprattutto per la capacità di progettare dalla grande scala di un piano urbanistico alla piccola scala del particolare costruttivo. Lo si può considerare un architetto poiché frequentò, dal 1948 al 1950, la Scuola di Architettura e di Urbanistica dell'Institut Polytechnique dell'Università di Losanna dove, sotto la Reggenza di Jean André Tschumi, ultimò gli studi pur senza conseguire la laurea a causa dei numerosi impegni professionali.

I lavori di Gurekian che oggi si possono apprezzare con più facilità sono quelli che meglio rappresentano il felice connubio della sua doppia natura di ingegnere e architetto. Mi riferisco agli impianti di produzione di energia idroelettrica per la cui progettazione poté attingere dalla sua formazione ingegneristica che gli fornì gli strumenti necessari ad affrontare con disinvoltura i numerosi temi tecnici connessi. Parallelamente però la sua spiccata natura da architetto gli consentì di progettare spazi e volumi nei quali gli aspetti tecnici imposti non impedissero la ricerca ed il raggiungimento di soluzioni esteticamente rilevanti. Dopo una decina di anni di progettazione in ambito pubblico e privato Gurekian era diventato un professionista noto ed apprezzato al punto da iniziare diverse collaborazioni con altrettante società del settore idroelettrico. Già nel 1941, su incarico della "Serbatoi Montani per Irrigazione ed Elettricità" (S.M.I.R.R.E.L.), eseguì il suo primo progetto per una centrale idroelettrica nel Comune di Canal San Bovo (fig. 1).

L'impianto, situato presso la frazione di Caoria lungo il Torrente Vanoi, è tuttora alimentato dalle acque provenienti dal Lago di Paneveggio e fu uno dei primi ad entrare in funzione nel Nord Italia dopo la fine della Seconda guerra mondiale. Il progetto prevedeva una sala turbine contenuta da un volume regolare di grandi dimensioni lungo quasi 60 metri, caratterizzato da una copertura piana e da un'ampia sala completamente vuota, dove ospitare le turbine ed il carro ponte. La sala di controllo, gli uffici e il corpo scala vennero invece collocati all'interno di un'ala laterale che, posta perpendicolarmente alla sala turbine, scardinava la rigidità dell'imponente volume principale. Per evitare che la posizione della sala comandi, defilata rispetto alla sala turbine, ne pregiudicasse la visibilità, Gurekian ideò un corpo aggettante che sporgeva oltre la parete perimetrale con un elegante volume vetrato dagli angoli arrotondati (fig. 2).



Fig. 1 - La centrale idroelettrica di Caoria, con il volume principale ed il corpo scale ed uffici laterale



Fig. 2 - Centrale idroelettrica di Caoria, vista interna con il corpo aggettante della sala comandi



Fig. 3 - La centrale idroelettrica di Savinèr



Fig. 4 - Il portale della centrale idroelettrica di Arsìé, collegato al volume contenente gli uffici ed il magazzino



Fig. 5 - La centrale idroelettrica di Quero realizzato in stile razionalista



Fig. 6 - La casa del capo centrale a Quero

Nell'occasione Gurekian sfruttò abilmente la natura del luogo realizzando un edificio di notevole impatto scenico che traeva origine dal contrasto tra la naturalità del contesto e l'aspetto industriale del complesso.

Ma Gurekian dimostrò sempre la sua capacità di affrontare ogni progetto da nuovi punti di vista, senza cadere in ripetizioni stilistiche. Ne è prova il successivo progetto per la centrale idroelettrica di Savinèr di Laste (fig. 3), nel Comune di Rocca Pietore, realizzato per conto della "Società Adriatica Di Eletticità" (S.A.D.E.).

Un impianto da realizzare in un contesto completamente differente dal precedente, alla confluenza tra i torrenti Pettorina e Cordevole. Il progetto fu caratterizzato da un lungo processo ideativo che iniziò nel 1943 e terminò solo nel 1950 con la produzione di almeno due progetti tra loro assai simili. L'impronta iniziale prevedeva un edificio regolare con una copertura a falda unica interrotta da un volume sul fronte principale che conferiva al prospetto una minore severità. L'edificio realizzato presentò un aspetto decisamente più industriale, ma rimane significativa la proposta iniziale che sembrava dialogare maggiormente con il contesto alpino circostante, proponendo un rivestimento ligneo dell'ultimo ordine di finestre al sottotetto. Una soluzione che richiamava alcuni esperimenti compositivi eseguiti in quegli anni dallo stesso Gurekian e che vedremo in seguito.

Nel 1953 la S.M.I.R.R.E.L., incaricò quindi Gurekian di progettare il portale di ingresso alla sala turbine della centrale sul Lago del Corlo ad Arsìé (fig. 4). Anche in questo caso il progetto non rinunciò alla ricerca compositiva prevedendo un muro imponente appoggiato discretamente al pendio sovrastante ed interrotto da un'ampia apertura vetrata incorniciata da una serie di eleganti paraste. Pur di fronte ad una struttura apparentemente priva di pretese architettoniche, Gurekian riuscì ad ingentilirla arrotondando una delle estremità del muro, proiettandolo all'esterno fino a creare un abbraccio verso l'ampio piazzale antistante. L'eleganza del disegno proseguiva poi nel collegamento ininterrotto con il volume di grandi dimensioni che ospitava gli uffici ed il magazzino.

È invece del 1957 il progetto, per conto della S.A.D.E., per la realizzazione della centrale idroelettrica di Quero (fig. 5). La vicinanza del sito alla pianura e di conseguenza la sua lontananza da un contesto prettamente alpino, probabilmente suggerirono a Gurekian una soluzione completamente diversa, con la sala turbine contenuta entro un volume semplice, di chiara impronta razionalista, ripresa anche per gli altri edifici realizzati per l'impianto: un'officina, un magazzino, un'autorimessa, un'abitazione per il capo centrale (fig. 6) e gli appartamenti dei dipendenti. Il peso rivestito da questo luogo è sottolineato dalla spiccata somiglianza di alcuni edifici con altri realizzati da Gurekian a Marghera nel Comune di Venezia, a Fogliano Redipuglia in Provincia di Gorizia e a Zevio in Provincia di Verona. Tuttavia per apprezzare la vera qualità del progetto di Quero è necessario immaginarlo nel suo stato precedente alla costruzione della Strada Regionale 348. Intervento questo che ha di fatto interrotto il prezioso rapporto del sito con il centro del vicino paese di Fener, del quale a suo tempo era un'estensione grazie ad una passerella pedonale messa al servizio dei dipendenti dell'impianto.

Tra il 1961 ed il 1962 Gurekian fu quindi protagonista al confine tra le provincie di Belluno e Trento per alcuni progetti di infrastrutture a servizio della Diga del Lago dello Schener, invaso alimentato dalle acque del Torrente Cismon e da quelle derivate del Torrente Vanoi. Su incarico della S.A.V.A. (società nata dalla fusione della precedente S.M.I.R.R.E.L. con la società S.I.C.), progettò il coronamento della diga, l'opera di presa

(fig. 7), la cabina di comando, la casa del guardiano e la sala in caverna con un elegante portale d'ingresso (fig. 8) che, con un inconfondibile arco parabolico, si affaccia tutt'oggi sulla Strada Regionale 50 che conduce nel Primiero. Il lavoro è molto articolato e rappresentò un'ulteriore occasione dove Gurekian unì la sensibilità dell'architetto alla capacità dell'ingegnere di immaginare e calcolare strutture ardite, con volumi costruiti a sbalzo sopra le acque del lago. Esempi che furono successivamente ripresi per un altro intervento in Provincia di Bolzano dove, nel 1962, progettò per conto della I.N.D.E.L. la sua ultima centrale idroelettrica a Lappach, vicino a Selva dei Molini, prima che il disastro del Vajont ponesse un freno alle libertà di intervento fino ad allora concesse alle società idroelettriche.

Ma per apprezzare quello che ritengo essere il suo vero capolavoro, è necessario fare un passo indietro all'anno 1953 quando la S.A.V.A. incaricò Gurekian di progettare la casa del guardiano e la sala comando della Diga di Forte Buso (fig. 9), nel Comune di Predazzo, dove le acque del Torrente Travnolo, provenienti dalle vicine Pale di San Martino, vengono sbarrate originando il Lago di Paneveggio. Il contesto ambientale non ha precedenti. L'area interessata dal progetto è collocata sopra uno sperone roccioso di porfido rosso le cui forme squadrate, derivanti soprattutto dall'escavazione imposta per la costruzione della diga, precipitano nelle acque del lago. Gurekian intuì l'opportunità prevedendo una costruzione bassa e lunga adagiata delicatamente su una base di appoggio disposta su diversi livelli. Il volume si spinge fino al bordo delle rocce diventando la loro naturale prosecuzione e distinguendosi esclusivamente per il colore. La costruzione si affaccia sul coronamento della diga con una terrazza ardita (fig. 10) che sembra sfidare la gravità emergendo prepotentemente con uno spigolo acuto a picco sul vuoto vertiginoso. La sorprendente contemporaneità di questo progetto è purtroppo poco nota a causa della sua



Fig. 7 - L'opera di presa presso la diga del Lago di Schener



Fig. 8 - L'elegante portale parabolico che conduce alla sala turbine presso la diga del Lago di Schener



Fig. 9 - La casa del guardiano e la sala comando della Diga di Forte Buso, costruite a picco sopra il Lago di Paneveggio



Fig. 10 - L'ardita terrazza sporgente della casa del guardiano presso la Diga di Forte Buso



Fig. 11 - Villaggio de La Stanga, una delle abitazioni per i dipendenti della centrale



Fig. 12 - La caserma forestale di Cadolten, ricostruita con lo stile alpino ideato da Gurekian



Fig. 13 - La caserma forestale di Pian Osteria, un altro esempio dello stile alpino ideato da Gurekian

posizione preclusa alla vista, ma meriterebbe ben più di un approfondimento.

In precedenza, nel 1940 e sempre su incarico della S.A.D.E., Gurekian ebbe invece l'occasione di progettare un intero villaggio per le famiglie dei dipendenti della Centrale della Stanga, situata lungo la valle del Cordevole a pochi chilometri da Agordo. A testimonianza di un'epoca nella quale la forza lavoro di un'industria non era considerata una merce qualsiasi, sfruttabile e sostituibile alla bisogna, quanto piuttosto una risorsa sulla quale investire, il Villaggio della Stanga (fig. 11) era pensato per essere il più possibile autonomo, fornendo ai dipendenti ed alle loro famiglie tutti i servizi necessari alla vita quotidiana. Oltre alle case furono infatti costruite una chiesa e un fabbricato per ospitare i servizi con la necessaria lavanderia. Tra i progetti non realizzati vi era anche una scuola ed un'ampia piazza centrale arricchita da un monumento. Questo e numerosi altri progetti residenziali legati agli impianti idroelettrici, permisero a Gurekian di affrontare un tema a lui caro e che oggi stupisce per la sua sorprendente attualità.

Già a partire dagli anni '30 fu infatti testimone dei primi esempi di linguaggi figurativi importati dall'esterno che provocarono l'alterazione e la perdita irreversibile delle tipologie edilizie tradizionali. Sviluppò presto la consapevolezza che la nascente attività turistica, da lui tanto auspicata e promossa, avrebbe potuto garantire lo sviluppo ed il benessere delle comunità bellunesi, comportando tuttavia il rischio di indurre la popolazione locale a rifiutare la propria tradizione perché ritenuta sinonimo di povertà e arretratezza. L'inevitabile conseguenza sarebbe stata la trasformazione del paesaggio alpino, fenomeno questo assecondato ed accelerato soprattutto dalla mancanza di progettisti qualificati. Fin dal 1930 quindi, si dedicò ad una meritoria opera di persuasione attraverso incontri pubblici che coinvolgevano semplici cittadini e professionisti del settore, durante i quali insegnò a riconoscere il valore semantico delle murature in pietrame a vista, dei rivestimenti in legno, della forma delle coperture, favorendo la loro conservazione. Si dedicò anche alla formazione dei tecnici locali ai quali cercò di trasmettere non solo la sua professionalità ma anche la necessaria sensibilità.

Ma soprattutto Gurekian cominciò a studiare ed analizzare criticamente le forme tradizionali e tipiche delle costruzioni locali, raccogliendo in una serie di quaderni una notevole quantità di disegni e fotografie. Fu una ricerca mirata al riconoscimento dei tratti distintivi derivanti dall'architettura vernacolare spontanea alpina che, se correttamente reinterpretati, avrebbero consentito di individuare un linguaggio per le nuove costruzioni che pur distinguendosi dalle preesistenti avrebbero mantenuto e salvaguardato il paesaggio alpino.

L'occasione per sperimentare questo linguaggio si presentò con il già citato Villaggio della Stanga, ma soprattutto con l'incarico per la ricostruzione delle Caserme Forestali della Foresta del Cansiglio, distrutte durante la Seconda guerra mondiale.

Tra il 1946 ed il 1947 progettò sette nuovi edifici, da realizzare nelle località di Cadolten (fig. 12), del Passo Crosetta, di Pian Osteria (fig. 13), di Candaglia, di Vallorch, di Palughetto e del Vivaio, oltre ad una chiesa. Di queste solo le prime tre vennero realizzate sul progetto originale di Gurekian, mentre il resto fu costruito successivamente e su un progetto redatto da altri.

L'intero progetto per il Cansiglio meriterebbe un lungo approfondimento, che non può trovare spazio in queste pagine, perché è significativo della capacità dimostrata da Gurekian di saper leggere i numerosi segni del territorio costruito nella montagna bellunese, traducendoli in dettagli costruttivi e di insieme per una nuova edilizia in grado di riprodurre l'aspetto

delle costruzioni rurali storiche. Senza tuttavia cadere nella banale tentazione di copiare pedissequamente i fabbricati storici o peggio, problema più attuale di quanto si pensi, di ricoprire con una veste fintamente storica edifici realizzati con tecnologie contemporanee.

Tutto quello che Gurekian aveva visto nei rustici in legno, nelle case in muratura con paramenti lignei, nel colpo d'occhio fornito dai nuclei abitati dell'alta montagna, venne tradotto in dettagli che lo portarono a disegnare prospetti equilibrati dotati di una loro personalità, ma in grado di essere inseriti armonicamente in ogni contesto alpino. Dettagli così ben utilizzati che ad una lettura superficiale potrebbero sfuggire proprio per la loro delicatezza e sobrietà.

Va da sé che Gurekian non si limitò a sperimentare questo linguaggio solo in Cansiglio o a La Stanga, dal momento che molti degli edifici residenziali progettati prima e dopo risultarono evidentemente influenzati da questo pensiero. Semmai va sottolineato un ulteriore aspetto, cioè la consapevolezza che il contesto alpino e quello cittadino meritassero soluzioni diametralmente opposte. Basti guardare gli esempi forniti da due abitazioni costruite a Frassené, la Villa Parolari (fig. 14) del 1935 e la Villa Valdivieso (fig. 15) del 1947. Per poi confrontarle con altre due costruite a Feltre, in un contesto prettamente urbano, vale a dire le case Breggion (fig. 16) del 1957 e Pagnussat (fig. 17) del 1962. Gli edifici feltrini si distinguono dai primi due per la forma e la pendenza ridotta della copertura, per il rifiuto di una forma compatta e unitaria preferendo la fusione di volumi distinti e riconoscibili dove le forme derivano dalle strutture portanti. Gli edifici di Frassené, pur introducendo soluzioni formali innovative, si rifanno ad una tradizione diversa, dove il rapporto tra il legno e la muratura contribuiscono a creare un risultato unitario.

Ciò nonostante Gurekian non si limitò a ripetere costantemente tali soluzioni, affrontando ogni sfida progettuale in modo sempre innovativo. Ogni progetto aveva una sua storia ed ogni incarico rappresentava un'occasione per perfezionare il linguaggio alpino che aveva identificato, adottandolo non solo per gli edifici a destinazione residenziale ma anche per i numerosi interventi di edilizia pubblica tra i quali merita ricordare i municipi di Falcade (fig. 18) e di Selva di Cadore, le strutture ricettive come le colonie per Frassené, e le diverse scuole costruite o solo progettate.

L'edilizia scolastica rappresenta un ulteriore tassello in grado di restituire la dimensione professionale di Gurekian. Tra i tanti progetti prodotti alcuni non videro mai una realizzazione, come nel caso delle scuole di Arabba o di Taibon Agordino. Altri furono realizzati e successivamente ristrutturati, come nel caso dei comuni di La Valle Agordina, di Vallada Agordina o di Voltago Agordino. Molti altri hanno però mantenuto il carattere del progetto originario, nonostante il trascorrere degli anni. Tra questi merita ricordare la scuola elementare Paolo Mosca di Frassené del 1933 (fig. 19) e soprattutto la scuola materna di Falcade (fig. 20) realizzata nel 1956 che è esemplificativa della grande sensibilità di Gurekian. Consapevole infatti del contesto, a ridosso del pendio dal quale proviene la strada del Passo di San Pellegrino, Gurekian comprende che l'edificio sarà percepito prevalentemente dall'alto. Progetta quindi una copertura dall'alto valore scultoreo non limitandosi alla sua sola funzione protettiva ma traducendola in un carattere distintivo e fortemente identitario che ancora oggi attira lo sguardo dei passanti.

Credo che Gurekian fosse consapevole del fatto che i materiali non hanno colpe. Semmai le responsabilità possono ricadere su come questi vengono utilizzati e tra loro accostati. E forse la sua libertà espressiva risiedeva nelle competenze derivanti



Fig. 14 - La Villa Parolari, costruita a monte del paese di Frassené



Fig. 15 - La Villa Valdivieso, costruita a monte del paese di Frassené



Fig. 16 - La casa Breggion, costruita a Feltre con un linguaggio completamente diverso dallo stile alpino



Fig. 17 - La casa Pagnussat, costruita a Feltre un altro esempio di un linguaggio diverso dallo stile alpino



Fig. 18 - Il municipio di Falcade



Fig. 19 - La scuola elementare Paolo Mosca a Frassené



Fig. 20 - La scuola materna di Falcade con la copertura composta da elementi scultorei

dalla doppia natura di ingegnere e di architetto. Fatto sta che in diverse occasioni egli diede prova di grande sensibilità anche nell'utilizzo di un materiale grezzo qual è il calcestruzzo armato e questo fu tanto più evidente quanto più delicato fu l'ambito di intervento. Basti pensare al caso di una chiesa. Gurekian di chiese ne progettò diverse, molte di più di quelle che vennero infine realizzate, e tra queste merita una visita la nuova Chiesa di San Nicolò (fig. 21) costruita nel 1956 a Frassené in stile neogotico, in grado di sorprendere per la qualità dello spazio interno, magistralmente illuminato e racchiuso da una volta sostenuta da esili nervature in calcestruzzo precompresso.

A Gron, invece, nel Comune di Sospirolo (fig. 22), Gurekian nel 1962 scelse una strada completamente diversa. Decise di lasciare a vista sia il calcestruzzo dei telai strutturali della navata e dei portici laterali esterni, sia il tamponamento in mattoni, come se si trattasse di un edificio industriale, ma la relazione cromatica e materica che si instaura tra i due materiali grezzi conferisce tutt'oggi eleganza all'intero volume, concluso poi dalle lame in calcestruzzo che nel campanile incorniciano l'ampia vetrata frontale.

Il progetto della chiesa di Gron fu importante anche e soprattutto per un altro motivo. Al tempo il parroco era Don Pietro Bez che nel 1963 fu chiamato a Longarone dopo il disastro del Vajont. Nell'ambito della lunga e travagliata stagione che portò alla ricostruzione del paese distrutto, Don Pietro si affidò nuovamente a Gurekian incaricandolo del progetto per la nuova Chiesa di Santa Maria Immacolata. Gurekian si rese conto da subito dell'immenso valore simbolico di quel progetto e suggerì al parroco di percorrere una strada diversa, organizzando un concorso ad inviti che coinvolgesse diversi progettisti tra i migliori allora in attività. Credo che questa testimonianza, meglio di qualunque altra, sia in grado di descrivere la dimensione umana di Ohannés Gurekian, la sua profonda umiltà di fronte ad una sfida le cui proporzioni erano evidentemente superiori alle capacità di chiunque. Ma è anche la dimostrazione della sua lungimiranza nell'intravedere nel concorso di progettazione la strada più efficace per individuare il miglior progetto possibile. Ma di fronte alle insistenze del parroco Gurekian si impegnò ideando dal 1964 al 1966 diverse soluzioni, delle quali oggi restano solo alcuni notevoli acquerelli (fig. 23), in grado di rappresentare un edificio le cui forme scultoree racchiudevano molto più di un ambiente liturgico, divenendo portatrici di una memoria tragica e di un dolore insanabile. Tuttavia tanto Gurekian quanto Don Pietro Bez furono infine costretti a rassegnarsi di fronte all'incarico che venne conferito direttamente a Giovanni Michelucci e che portò alla costruzione realizzata e ben conosciuta.

È mia convinzione che la sua sensibilità di fronte alla sofferenza umana potrebbe risiedere anche nella tragica vicenda che colpì il suo popolo e della quale egli era perfettamente consapevole. Lo affermo perché in altre circostanze egli diede prova di saper metabolizzare le tragedie traendo da esse l'ispirazione per progetti legati alla memoria, disegnando diversi monumenti e tombe per alcuni suoi amici venuti a mancare. Un esempio che merita attenzione ed al quale conto di dedicare adeguato spazio in un'altra occasione è il suo progetto del 1937 per la sistemazione dei campi di battaglia del Monte Piana, a pochi chilometri da Misurina, già teatro di una delle battaglie più cruente della Prima guerra mondiale e che vide la morte di oltre 14000 soldati di entrambi gli schieramenti. L'incarico conferito dall'Ente Provinciale per il Turismo riguardava il ripristino ed il rifacimento delle trincee, dei percorsi e dei resti ancora rinvenibili a meno di vent'anni dal termine del conflitto. Gurekian però ritenne che l'oggetto dell'incarico non fosse sufficiente ad onorare la memoria di quei caduti e presentò un progetto ben

più articolato che, anche se mai realizzato, oggi rimane una testimonianza della sua profondità d'animo.

Per concludere vorrei ricordare che allo scoppio della Seconda guerra mondiale Gurekian fu costretto a trasferirsi nuovamente ad Asolo. Tuttavia mantenne con il bellunese in generale e con l'Agordino in particolare un profondo legame professionale ma soprattutto affettivo. Prova ne sia il suo intervento successivo alla distruzione degli abitati di Caviola e di Voltago, dati alle fiamme dalle truppe naziste in ritirata tra il 20 ed il 21 agosto 1944. Per permettere agli abitanti sfollati di poter avere una nuova casa in tempi rapidi Gurekian si impegnò, a titolo gratuito, per fornire loro i progetti, sviluppando diverse tipologie abitative e fornendo anche un piano particolareggiato.

Un caso questo che sfortunatamente si ripeté anche a seguito dell'alluvione del 1966, che colpì pesantemente la Provincia di Belluno provocando il definitivo abbandono di alcuni paesi dell'Agordino. Gurekian, anche in questo caso, si rese disponibile permettendo la costruzione di un villaggio per gli sfollati da realizzare nei pressi di Gosaldo, per il quale fornì un piano urbanistico.

Ohannés Gurekian morì ad Asolo il 1° marzo 1984 e oggi riposa vicino ai genitori nel locale cimitero.

Come ho cercato di riassumere in queste pagine, egli fu un uomo di grande spessore, che tanto fece per la montagna bellunese ed i suoi abitanti i quali, purtroppo, a distanza di 40 anni dalla scomparsa hanno sostanzialmente dimenticato tanto il suo lavoro quanto il suo nome. È quindi sembrato doveroso restituire alla sua memoria il giusto onore attraverso una ricerca promossa dalla Fondazione Architettura Belluno Dolomiti che nel 2022 è confluita in un libro¹ ed in una mostra itinerante che ha permesso di rimuovere il velo di oblio che lo aveva tenuto così a lungo nascosto. •

Testo e fotografie di Fulvio Bona

¹ Fondazione Architettura Belluno Dolomiti – a cura di Fulvio Bona, Tommaso Del Zenero, Sara Gnech, *Ohannés Gurekian, L'ingegneria, L'architettura, L'Urbanistica*, Ed. Istituto Bellunese di Ricerche Sociali e Culturali, Godega S.Urbano, 2021. ISBN 978-88-98941-27-8.

Fulvio Bona. Architetto e fotografo, nasce a Milano il 4 febbraio 1975. Laureato presso lo IUAV nel 2003 lavora in Provincia di Belluno dove si occupa di consulenze, fotografia architettonica e design di arredi in legno. Profondo conoscitore della propria terra, si dedica allo studio del paesaggio, della storia e del futuro della stessa. www.fulviobona.com

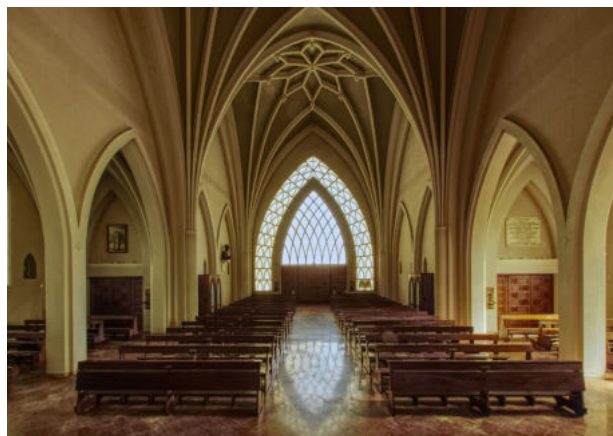


Fig. 21 - L'interno della Chiesa di San Nicolò a Frassené, con la vista delle nervature in calcestruzzo pre-compresso



Fig. 22 - La Chiesa di Gron, con il raffinato dialogo tra il calcestruzzo e la muratura in laterizio

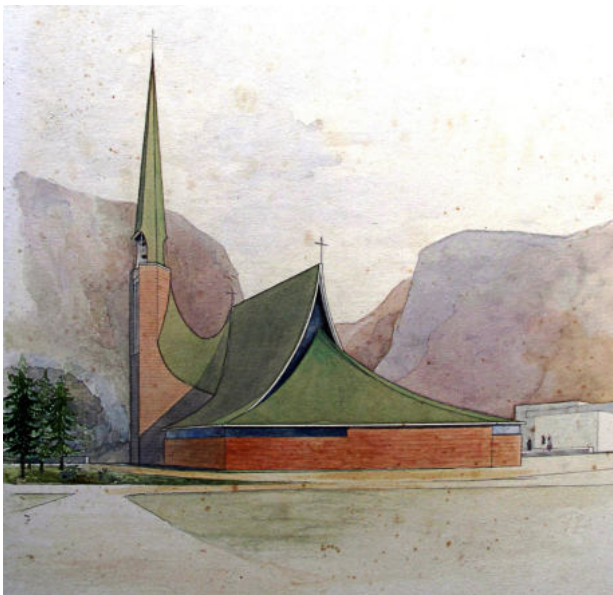


Fig. 23 - Un acquerello di una delle numerose versioni per la nuova chiesa di Longarone (Archivio Gurekian)

Il calcestruzzo proiettato

Storia ed evoluzione del calcestruzzo proiettato - 1° parte

Giorgio Estrafallaces
Carlo Comin

Premessa

Il calcestruzzo proiettato, largamente impiegato nella realizzazione di grandi opere in sotterraneo per la stabilizzazione dello scavo in fase di esecuzione e di esercizio, è oggi anche correntemente utilizzato per molteplici applicazioni (stabilizzazione di scarpate, pareti con tiranti, ripristino di opere in calcestruzzo o in muratura ammalorate, strati protettivi di opere idrauliche, rocce artificiali, ...).

Il presente articolo ripercorre brevemente le origini e lo sviluppo della tecnologia e traccia un breve profilo del suo inventore i seguenti articoli descriveranno la tecnologia, le modalità di confezionamento e posa in opera e le prove di controllo del Calcestruzzo proiettato.

Evoluzione delle tecniche di scavo

Le tecniche minerarie hanno costituito un buon campo di prova per lo sviluppo delle tecnologie di sostegno dell'ammasso roccioso. Agli inizi del 1800 lo scavo in sotterraneo avveniva per lo più per avanzamenti a sezione parzializzata. Le tecniche conosciute non consentivano l'adozione di profili di scavo molto ampi. Il controllo del comportamento dell'ammasso, connesso con la natura del terreno scavato, avveniva mediante l'impiego di sostegni provvisori di legno, largamente disponibili, facilmente modellabili, molto economici. Per contro, i sostegni in legno presentavano numerosi svantaggi in quanto le strutture dovendo avere sezioni di notevole spessore per evitare collassi del terreno che avrebbero ostacolato la rimozione del materiale di scavo, riducevano lo spazio per le lavorazioni, richiedevano continue sostituzioni e frequenti manutenzioni. Il pericolo di incendi inoltre, sempre incombente, rendeva ancora più precaria la sicurezza degli operatori. Verso la fine del 1800 il sostegno degli scavi con strutture in legno fu gradualmente sostituito dall'impiego dell'acciaio. Rotaie ricurve furono utilizzate per la centinatura delle sezioni di scavo in presenza di ammassi rocciosi spingenti o rigonfianti. Le centine erano collegate tra loro con puntelli di legno per evitare svergolamenti e spostamenti laterali.

Le evidenti economie di gestione, la maggiore sicurezza strutturale e le migliori condizioni di sicurezza per le maestranze portarono ben presto l'acciaio a soppiantare definitivamente i sostegni in legno. Con l'avvento del calcestruzzo proiettato nei primi anni del 1900, la metodologia di sostegno dell'ammasso roccioso cambiò radicalmente con un decisivo miglioramento sia per la sicurezza delle maestranze sia per la stabilità dello scavo. Il calcestruzzo proiettato riempiva gli anfratti modellandosi con grande facilità alle irregolarità dello scavo, assicurava grande resistenza e, soprattutto evitava le ingenti spese per la carpenteria in legno.

Un innovativo sistema di sostegno della roccia mediante bulloni di acciaio ancorati su calotta e piedritti della galleria, introdotto nel 1913 (1), trovò un più diffuso impiego solo molti anni dopo. Le possibilità di intervento offerte dalle nuove tecnologie portarono ben presto all'adozione di metodologie più efficaci nel controllare il comportamento dell'ammasso combinando (accoppiando) il calcestruzzo proiettato ai bulloni di ancoraggio in roccia.

Il calcestruzzo proiettato: origini e storia

Il calcestruzzo proiettato fece la sua prima significativa apparizione in sotterraneo nel 1914, nel corso dello scavo della miniera di Brucetown in Pennsylvania, negli USA. L'applicazione lasciò entusiasti i tecnici del Dipartimento minerario degli Stati Uniti: la miscela spruzzata si adattava alla superficie di applicazione, penetrava ogni fessura della roccia saldando le superfici e assicurava un sostegno molto più sicuro di quello di una carpenteria in legno, il tutto a costi e tempi notevolmente ridotti.

Le applicazioni si moltiplicarono rapidamente. In Europa, il metodo di sostegno con calcestruzzo proiettato cominciò a prendere piede intorno al 1920, soprattutto nel campo delle gallerie ferroviarie e degli impianti idroelettrici. In Italia, con la refrattarietà alle innovazioni altrui che spesso ci contraddistingue, il primo significativo esempio di rivestimento con calcestruzzo proiettato fu realizzato solamente nel 1958.(2)

È a Carl Ethan Akeley, uomo versatile dai tanti interessi (fu ornitologo, esploratore, scultore, cacciatore) che si deve l'invenzione del calcestruzzo proiettato.

Akeley nacque a Clarendon, un paesino della contea di Orlando negli Stati Uniti, il 19 maggio 1864, secondo di tre fratelli. Nel giugno 1907, mise a punto una macchina da intonaco artigianale chiamata "plastergum" che mescolava a secco cemento e sabbia in rapporto 1:4 utilizzando aria compressa in ragione di circa 7÷8 mc/min. La proiezione avveniva attraverso un apposito ugello posto in cima ad un collettore tubiforme denominato "lancia". L'aggiunta di acqua alla lancia, attraverso un altro tubo, permetteva di mettere in opera strati di malta in spessori di circa 1 cm costituiti dalla miscela cementizia secca additivata con acqua e aria compressa. La macchina utilizzava unicamente aggregati asciutti del diametro massimo di 8÷10 mm e funzionava a doppia camera. Ogni camera, veniva alternativamente pressurizzata per il trasporto della miscela nella tubazione di adduzione per la successiva proiezione. La produzione di miscela secca era di circa 2 m³/h. La macchina non permetteva proiezione continua. L'invenzione di Akeley fu casuale. Nella primavera del 1907 con Clarence L. Dewey -suo collega ed amico- era intento alla colorazione di una parete e di due modelli di elefante, mediante una pistola a spruzzo di sua stessa invenzione. Il direttore del Field Columbian Museum di Chicago presso cui Akeley lavorava, gli chiese se fosse stato in grado di ripristinare con uno strato intonacato la facciata principale del museo, ampiamente degradata. Akeley, stimolato dalla sfida tecnologica che gli si prospettava, si mise prontamente al lavoro, modificò la pistola a spruzzo creando

una macchina adatta all'applicazione pneumatica di malta. Lo strato di intonaco posto in opera di pochi mm di spessore risultò molto più denso e compatto rispetto a quello posto in opera con le usuali applicazioni manuali.

Il sorprendente risultato portò Akeley a depositare il 13 settembre 1909, domanda di brevetto. Il sistema di proiezione della malta ad alta velocità raggiunse l'apice della notorietà in occasione del Cement Show tenutosi al Madison Square Garden di New York nel dicembre 1910. Il successo fu immediato. L'innovativo sistema di applicazione a spruzzo della malta di cemento, si distingueva da quello in uso in Germania fin dal 1889 che utilizzava una ruota a pale per l'applicazione della malta.

Il 9 maggio 1911, Akeley brevettò (n° 991814) un "Apparato per la miscelazione e l'applicazione di materiali plastici". Akeley chiamò il sistema "cement gun", da cui il termine di gunite ancor oggi utilizzato per indicare la miscela proiettata.(3)

Nei successivi anni la macchina subì vari adattamenti e l'intero processo di applicazione pneumatica fu introdotto nel campo delle costruzioni. Akeley morì il 17 novembre 1926 nel Congo Belga durante una spedizione in Africa, ma la sua invenzione gli sopravvisse. S.W. Taylor, ingegnere, titolare di una società di ingegneria ad Allentown in Pennsylvania, acquistò i diritti della macchina. Taylor intuì le potenzialità offerte dal mercato delle costruzioni per una tecnologia così innovativa e rinominò la Società, Cement-Gun Company. Ancor oggi, la Allentown Equipment, erede della storica Cement-Gun Company, è leader nel campo delle applicazioni di calcestruzzo proiettato. Una delle prime applicazioni avvenne nella stazione ferroviaria di New York per la protezione degli elementi di acciaio della struttura portante contro il fuoco e la corrosione. Nel 1915 il metodo varcò l'Atlantico e arrivò in Europa. Carl Weber, ingegnere, già dipendente in America della Cement-Gun Company, brevettò nel 1919 in Germania una propria macchina per la proiezione di calcestruzzo (detta "Torkret-Maschinen") che produsse e distribuì. La macchina utilizzava aggregati a secco del diametro max di 10 mm. L'interesse suscitato fece avviare uno studio scientifico sulle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale proiettato. Appositi test, precursori delle attuali prove, furono condotti presso la Lehigh University in Pennsylvania dal professor Fuller (Figg. 1 e 2).

I risultati misero fin da subito in evidenza le migliori prestazioni meccaniche della gunite rispetto al normale calcestruzzo.

Nel 1921 Weber fondò una propria ditta, la Torkret GmbH per il ripristino ed il rivestimento di strutture in calcestruzzo proiettato. Il processo a secco (dry-mix process) rimase sostanzialmente immutato fino al termine della Seconda Guerra Mondiale quando cominciò a farsi strada la tecnologia a umido (wet-mix process). La svolta si ebbe quando l'ingegnere svizzero Georg Senn, futuro fondatore della Aliva AG, riuscì nel 1940 a sviluppare un sistema di estrazione continua della miscela utilizzando aggregati con umidità naturale, del diametro di 25 mm, mediante una nuova macchina "a coclea" della portata di 2÷3 m³/h. Come le precedenti macchine, anche questa rendeva la proiezione polverosa ma assicurava un processo di posa in opera in continuo del tutto innovativo. Nel 1957 la ditta Meynadier di Zurigo acquistò un esemplare di macchina a rotore messa a punto negli Stati Uniti poco dopo la II Guerra Mondiale e cominciò a confezionare calcestruzzo umido proiettato con aria compressa aggiunta alla lancia. Con la nuova macchina le applicazioni di calcestruzzo proiettato in galleria si moltiplicarono rapidamente (Fig. 3).

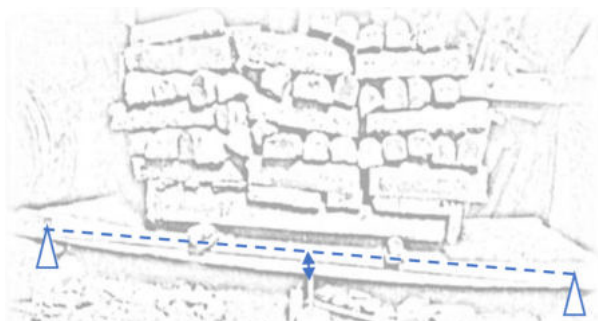


Fig. 1 - Schema di carico di una piastra di gunite (1920). Dopo circa 15 anni fu rilevata una deflessione di 50 mm



Fig. 2 - Piastra di calcestruzzo proiettato sottoposta a prova di punzonamento secondo la normativa vigente



Fig. 3 - Applicazione automatizzata di calcestruzzo proiettato in galleria

Conclusioni

L'articolo ripercorre brevemente gli albori della tecnologia del calcestruzzo proiettato e le sue prime applicazioni. Il fascino che avvolge l'origine si accompagna oggi al successo della tecnologia che si traduce in innumerevoli applicazioni.

Nel tempo il processo è migliorato e si è evoluto specialmente per le procedure di proiezione che richiedono grande abilità e conoscenza del prodotto. L'avvento degli additivi acceleranti ha, inoltre, esteso il campo delle prestazioni alle brevissime stagionature e oggi il calcestruzzo proiettato rappresenta il più diffuso strumento di sostegno, sia temporaneo sia definitivo di una cavità o parete rocciosa. •

Riferimenti Bibliografici

1. P.Teichert: "Die Geschichte des Spritzbetons", Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 47/1979, Zurich
2. K.Kovari: "The Control of Ground Response. Milestones up to the 1960s", World Tunnel Congress, Milano, 2001
3. K.Kovari: "History of the Sprayed Concrete Lining Method, Part IV", Tunnel n°5, 2002
4. G. Ruffert: "Spritzbeton", Beton Verlag, 1991, Dusseldorf
5. E.Schneider: "Open Letter to Prof. Kovari", Tunnel 1/2003
6. G.D.Yoggy: "The History of Shotcrete", Shotcrete, 2000

NOTE. Brevettato da Fröhlich, Stephan, Klüpfel lo spritzbeton fu utilizzato nella galleria idraulica di Monastero (Como), in combinazione con centine reticolari per una lunghezza di circa 15 km. Il termine "gunite" fu utilizzato fin dai primordi per indicare il sistema di proiezione a secco di malta (sabbia e cemento). Il sistema tuttavia, assunse nel tempo varie denominazioni. Tra le tante, la norma nazionale UNI 10834 (ritirata dall'ente di normazione nazionale) definì gunite il calcestruzzo proiettato con aggregati di dimensione massima uguale o minore di 4 mm (sabbia).



Fig. 4 - Proiezione manuale su piedritti



Fig. 5 - Proiezione robotizzata su fronte di scavo

Carlo Comin e Giorgio Estrafallaces, sono tecnici operativi da tempo impegnati nella diffusione della cultura della durabilità del cls sia normale sia proiettato e della sua corretta progettazione e utilizzo. Gli interventi, dopo una premessa sull'etica e sull'organizzazione degli appalti di opere civili, sono focalizzati a descrivere i principi teorici che presidiano la tecnologia del prodotto, integrati da una esposizione sulle problematiche connesse al corretto utilizzo e ai riflessi sulla durabilità e sui costi di manutenzione delle opere.

Caso studio: recupero e consolidamento strutturale di cavalcavia mediante tecniche e materiali innovati

Michele Fringuelli
Giorgio Giacomini
Marco Bressan
Matteo Olivan

Il recupero di infrastrutture esistenti come ponti, viadotti, cavalcavia e gallerie rappresenta oggi una delle problematiche più rilevanti nell'ambito delle infrastrutture pubbliche. Al fine di estendere la vita utile dell'opera, ripristinando al tempo stesso livelli di funzionalità e sicurezza adeguati, negli ultimi anni sono state messe a punto diverse tecniche di intervento volte a migliorare la performance strutturale e garantire la salvaguardia di tali infrastrutture.

Il presente lavoro riporta un caso studio applicativo di intervento su un cavalcavia esistente concentrandosi sul ripristino e il rinforzo di alcune travi per mezzo di sistemi FRP (Fiber Reinforced Polymers) costituiti da tessuti e lamelle pultruse in fibra di carbonio, applicati con adesivo epossidico bi-componente (resina) e sul consolidamento estradossale della soletta, costituente l'impalcato del ponte, con collaggio di calcestruzzo fibrorinforzato FRC (Fiber Reinforced Concrete) costituito da matrice cementizia, colabile e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide.

1 INTRODUZIONE

La gran parte delle infrastrutture esistenti in Italia, come ponti e gallerie, è stata realizzata nel dopoguerra, nella seconda metà del XX secolo.

Il crollo del Viadotto Polcevera a Genova e la sua recente ricostruzione hanno rafforzato un dibattito profondo e serio sulle condizioni delle infrastrutture in Italia, mobilitando Autorità e i relativi Ministeri, i Professionisti e l'opinione pubblica generale. Si è preso atto dello stato di degrado in cui versano numerosi ponti e viadotti che coprono tutto il territorio Nazionale. Le attuali conoscenze scientifiche consentono di determinare la vita nominale di progetto delle opere è oramai giunta al limite per effetto, in particolar modo, del degrado e dell'evoluzione delle sollecitazioni che agiscono sulle strutture esistenti. Per tali ragioni sono necessari degli interventi programmati di manutenzione straordinaria con l'impiego di tecniche costruttive, materiali evoluti con interventi possibilmente poco invasivi.

Nel presente documento viene riportato un caso studio con un tipico intervento di consolidamento strutturale di un piccolo viadotto con l'ausilio di sistemi di rinforzo con materiali compositi e microcalcestruzzi fibrorinforzati.

2 CASO DI STUDIO

2.1 Descrizione

L'intervento trattato riguarda un cavalcavia sulla SP51, in provincia di Lecco (LC), in alcune parti danneggiato a seguito di un incidente stradale avvenuto nel 2021. Il ponte era già stato soggetto ad urto veicolare in data 25/07/2019 e oggetto di valutazione strutturale. L'opera è costituita da 14 travi in calcestruzzo armato precompresso e da traversi in c.a.. L'impalcato presenta una luce di 16,6 m e una larghezza di 12,5 m con una soletta in c.a. di spessore pari a 15 cm.



Fig. 1 - Foto del ponte

Le travi in precompresso sono intercettate da quattro traversi di cui due in corrispondenza degli appoggi e due in mezzzeria.

Il manufatto presentava un degrado rilevante in corrispondenza dell'intradosso delle travi che hanno subito l'impatto. In particolare, gli elementi strutturali presentavano in alcuni punti un distacco del calcestruzzo con esposizione dei trefoli e delle staffe all'ambiente esterno. Le armature risultavano in uno stato avanzato di degrado.



Fig. 2 - Degrado dell'ala inferiore dell'impalcato

Alcune travi, come indicato in Figura 3, presentavano una tranciatura significativa in corrispondenza dei alcuni trefoli dovuta all'urto del mezzo in movimento. La soletta dell'impalcato mostrava, in alcuni punti, armature esposte con processi corrosivi in fase avanzata. Come si evince dalla Figura 2 la presenza di infiltrazioni d'acqua in corrispondenza delle spalle ha accentuato lo sviluppo del degrado nel tempo.



Fig. 3 - Danno all'intradosso trave

La capacità portante del cavalcavia risultava quindi ridotta a causa della riduzione delle sezioni resistenti e dell'indebolimento delle armature lesionate. Il progetto prevedeva il ripristino e rinforzo delle travi danneggiate e la riqualificazione della viabilità del cavalcavia con adeguamento dell'opera ai carichi statici previsti dall'attuale normativa D.M. 17/01/2018 ed il conseguente rifacimento del manto stradale, il consolidamento estradosale della soletta con microcalcestruzzo fluido fibrorinforzato ad alta resistenza, ripristino delle travi costituenti l'impalcato e rinforzo a flessione e a taglio con sistemi FRP in fibra di carbonio; in aggiunta la rimozione e ricostruzione dei cordoli e la sostituzione delle barriere bordo ponte.

2.2 Normativa

La normativa di riferimento ipotizzata ai tempi della progettazione dell'opera è la Circolare ministeriale LL.PP. n. 384 del 14/02/1962. Il manufatto non poteva essere classificato come ponte di 1° categoria. La valutazione del livello di sicurezza nei confronti delle azioni statiche è stata effettuata in base ai criteri specificati nella normativa di riferimento attuale. In particolare, il processo di valutazione della sicurezza si è articolato in una prima fase conoscitiva della struttura, in un'analisi qualitativa della struttura e del suo comportamento d'insieme. La sintesi delle analisi e delle verifiche analitiche si è configurata in un indice numerico che fornisce una "misura" quantitativa del livello di sicurezza. Le verifiche analitiche sono state condotte secondo quanto previsto dalle NTC D.M. 17/01/2018 sotto l'azione dei carichi statici. Nelle verifiche rispetto alle azioni statiche, quindi, il livello di sicurezza della costruzione è stato quantificato attraverso il rapporto $\zeta_{v,i}$ tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile dalla struttura ed il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione. Quindi la combinazione delle azioni presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso riguardo ai carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte e salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili. Quali parametri

rappresentativi di Domanda e Capacità statica si sono assunti i sovraccarichi variabili corrispondenti alle rispettive combinazioni dei carichi; pertanto il coefficiente $\zeta_{v,i}$ è stato calcolato come:

$$\zeta_{v,i} = Q_{\text{capacità}} / Q_{\text{domanda}}$$

valido per tutti gli Stati Limite pertinenti.

2.3 Livelli di conoscenza della struttura e fattori di confidenza

La tabella C8.5.IV, tratta dalla Circolare 21 del Gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, consente di individuare il più corretto processo conoscitivo in relazione alle informazioni di diagnostica previste, per conseguire un prefissato Livello di Conoscenza, come riportato nello spettro di analisi dinamica in Figura 4.

Con riferimento alle finalità del lavoro, in considerazione della documentazione d'archivio e delle indagini effettuate, è stato raggiunto un Livello di Conoscenza LC2 (Conoscenza adeguata). Il fattore di confidenza è considerabile pari a $FC = 1.2$ in quanto in relazione con un livello di conoscenza adeguato.

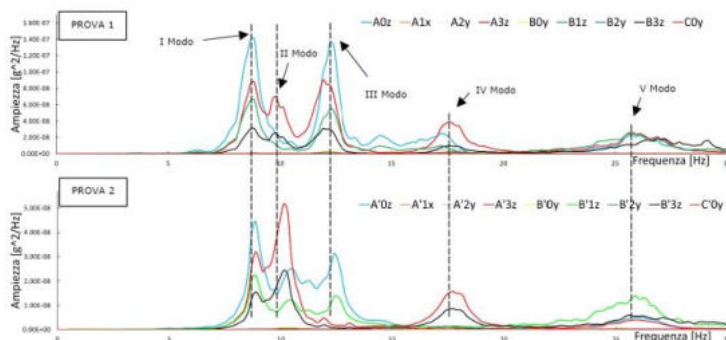


Fig. 4 - Caratterizzazione dinamica dell'impalcato

2.4 Materiali costituenti la struttura

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono state desunte dai risultati delle prove sperimentali effettuate in situ e tarate sui parametri delle classi di resistenza maggiormente utilizzate all'epoca di costruzione. In particolare, sono state realizzate prove SonReb., tarate su carotaggi meccanici. Le resistenze a compressione medie rilevate sui calcestruzzi costituenti le travi sono state pari a circa 42 MPa.

Nella Figura 5 è riportata una tabella utile per le elaborazioni citate, con indicate le varie normative succedute nel tempo per il progetto di edifici in c.a. con le prestazioni dei calcestruzzi ed il rapporto tra le tensioni ammissibili e massime rilevate per le varie tipologie di sollecitazione.

Normativa	Resistenza [kg/cm²]	Tipo di Sollecitazione				Controlli
		Compr.	Fless.	Taglio		
R.D. 2229/39	Normale	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{lim}}$	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{lim}}$	$\frac{\tau_{max}}{\tau_{lim}}$	$\frac{\tau_{max}}{\tau_{lim}}$	1/125mc
	Alta res.					
	Contr. in cant.					
D.M. 30/05/72	(val. caratt.)	20-28%	29-40%	2,6-1,7%	9,3-48%	4/100mc min12
D.M. 26/03/80	"	"	"	"	"	2/100mc min6
D.M. 09/01/96	"	"	"	"	"	"

Fig. 5 - Tabella tratta da "Valutazione degli edifici esistenti in Cemento Armato" di Manfredi, Masi, et. Al.

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio per trefoli di precompressione sono state desunte dai risultati delle prove sperimentali.

tali effettuate in situ (prelievo di trefoli) ottenendo una resistenza media a trazione allo snervamento $f_{ym}=1783\text{ N/mm}^2$. L'acciaio d'armatura è risultato del tipo FeB 44 k avente una resistenza a trazione allo snervamento caratteristica $f_{yk}=430.00\text{ N/mm}^2$. Le resistenze sono state tarate in base a quanto riportato nella normativa vigente all'epoca di costruzione.

3 Progetto

3.1 Schemi statici e calcolo delle sollecitazioni

Nelle condizioni di carico trasversali lo schema di calcolo adottato è stato quello di trave continua con sbalzi laterali, caricata di volta in volta da carichi distribuiti della larghezza di 3,00 m, disposti in modo da determinare le condizioni di carico più gravose sulla trave di sponda e sulla trave centrale. Si è assunto un ideale carico unitario sulle varie corsie; le reazioni sono state quindi considerate come coefficienti che definiscono la quota parte di carico agente sulle nervature. Nell'ipotesi di un corretto comportamento trasversale della soletta, tale ripartizione ha avuto valenza sia per i carichi distribuiti che concentrati. Sono state variate le posizioni dei carichi per massimizzare le sollecitazioni sulle travi dell'impalcato. Essendo simmetrico l'impalcato l'analisi è stata effettuata su un solo lato. I risultati ottenuti sono stati poi riportati sugli elementi speculari. Per le condizioni di carico longitudinali i carichi accidentali sono stati disposti lungo l'asse longitudinale delle travi per massimizzare le azioni in ogni sezione. L'entità di tali carichi è determinata attraverso una specifica ripartizione trasversale. Per individuare le sollecitazioni massime e minime sono state considerate le seguenti configurazioni di carico: Combinazione 1 con massimizzazione del momento flettente positivo della trave in campata; Combinazione 2 con massimizzazione del taglio della trave all'appoggio.

3.2 Materiali per il rinforzo ed il ripristino della struttura

Per il ripristino delle strutture in calcestruzzo è possibile fare utile riferimento alla norma EN 1504 suddivisa in 10 parti. La norma europea tratta l'argomento in modo ampio e sistemico mediante specifiche procedure d'intervento, definendo le caratteristiche dei prodotti da utilizzare per la riparazione, manutenzione e protezione delle strutture in calcestruzzo. In particolare, la norma EN 1504-3 definisce le caratteristiche delle malte strutturali per sostituire il calcestruzzo danneggiato e ripristinare l'integrità e la durabilità strutturale. La norma EN 1504-7 invece fornisce indicazioni sui requisiti dei prodotti da applicare alle armature non protette per aumentare la protezione dalla corrosione. Le malte fibrorinforzate con fibre in acciaio, a ritiro controllato, a consistenza fluida vengono spesso utilizzate per il ripristino ed il consolidamento delle solette da ponte. Sono caratterizzate da elevate prestazioni meccaniche, tipicamente con valori a compressione di circa 100 Mpa secondo norma EN 12190. Tali malte, per la presenza delle fibre in acciaio, si definiscono duttili in quanto presentano una resistenza a trazione residua misurata ai sensi della norma EN 14651. I valori di adesione al supporto sono in genere superiori a 2,5 MPa (metodo EN 1542). Presentano ottime caratteristiche di durabilità per la bassa permeabilità all'acqua e agli agenti aggressivi. Queste malte spesso vengono classificate mediante le "Linee guida per la progettazione, messa in opera, controllo e collaudo di elementi strutturali in calcestruzzo fibrorinforzato con fibre di acciaio o polimeriche (FRC)", emanate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per i rinforzi in zona tesa di elementi inflessi in C.A. o a taglio invece sono molto indicati i sistemi FRP. Queste tecnologie sono contemplate dalle norme NTC D.M. 17/01/2018 anche qui attraverso il recepimento delle "Linee guida per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti". Il documento classifica i sistemi in due categorie: sistemi preformati e sistemi impregnati in situ. I primi sono costituiti principalmente da elementi a forma di lastre sottili (lamine o nastri) preparati in stabilimento mediante poltrusione e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Fabbricante, comunque consistenti in polimeri termoindurenti. I secondi invece sono costituiti da fogli o tessuti di fibre uni o multi-direzionali, impregnati direttamente in cantiere con resina polimerica termoindurente, che può fungere anche da adesivo al substrato interessato dall'intervento di rinforzo. Le due fasi costituenti il sistema di rinforzo devono essere entrambe commercializzate dallo stesso Fabbricante. Questi materiali sono tipicamente costituiti da fibre di carbonio abbinate a resine epossidiche. I sistemi sono caratterizzati da delle classi prestazionali. Le più diffuse sono:

Tabella 1. Classi degli FRP preformati

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
C150/2300	Carbonio	150	2300
C200/1800	Carbonio	200	1800

Tabella 2. Classi degli FRP impregnati in situ

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
210C	Carbonio	210	2700
350/2800C	Carbonio	350	2800

La qualifica del materiale avviene attraverso il rilascio del Certificato di valutazione Tecnica (CVT) da parte del Servizio Tecnico Centrale del consiglio superiore dei lavori pubblici. Per il progetto del rinforzo invece si fa riferimento alla "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP", documento approvato dal CSLP.



3.3 Soluzioni progettuali

Le soluzioni proposte avendo come obiettivo il rinforzo strutturale delle travi danneggiate a seguito dell'impatto con il veicolo, il ripristino delle travi e l'incremento della loro portata in accordo con le attuali normative. In merito agli interventi proposti, si sono adottate le seguenti soluzioni: per le travi interessate dall'urto con il veicolo, che presentavano del distacco corticale del copriferro senza interessare le armature presenti, si è operato con la rimozione superficiale delle parti ammalorate che

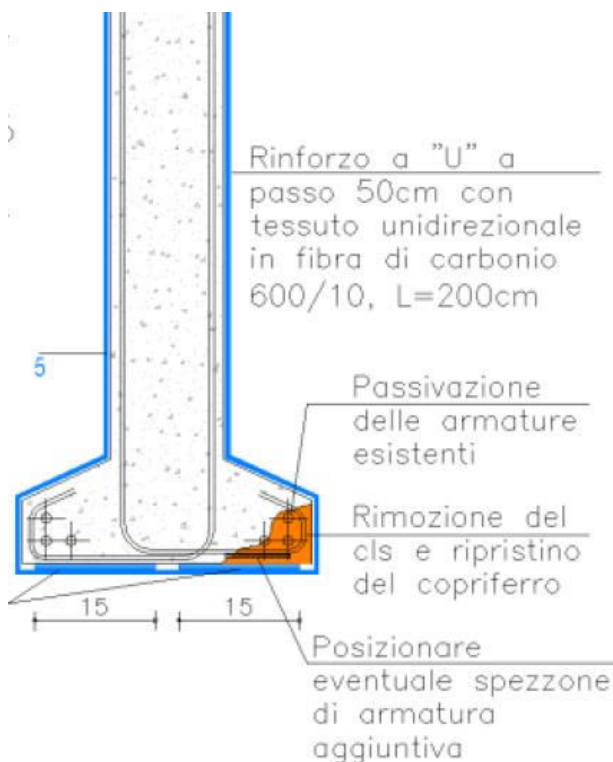


Fig. 6 - Sezione trasversale della trave precompressa dell'impalcato

non risultavano più coese con le restanti parti adiacenti ed il successivo ripristino della sezione con malta strutturale tixotropica. Le porzioni delle travi invece che sono state danneggiate nelle armature o che presentavano dei fenomeni corrosivi in fase avanzata, sono state rinforzate con spezzoni di armatura lenta integrativi con pulizia delle barre ossidate e successiva protezione con malte passivanti. La ricostruzione della sezione originaria delle travi è avvenuta con l'applicazione di malta cementizia tixotropica a ritiro compensato, classe R4 ai sensi della norma EN 1504-3.

Le travi sono state poi rinforzate mediante l'applicazione di sistemi di rinforzo con lamine di carbonio preformate ad alto modulo elastico posizionate all'intradosso e tessuti in fibra di carbonio ad alta resistenza impregnati in situ con specifiche resine epossidiche disposti ad "U" sulla sezione trasversale della trave.

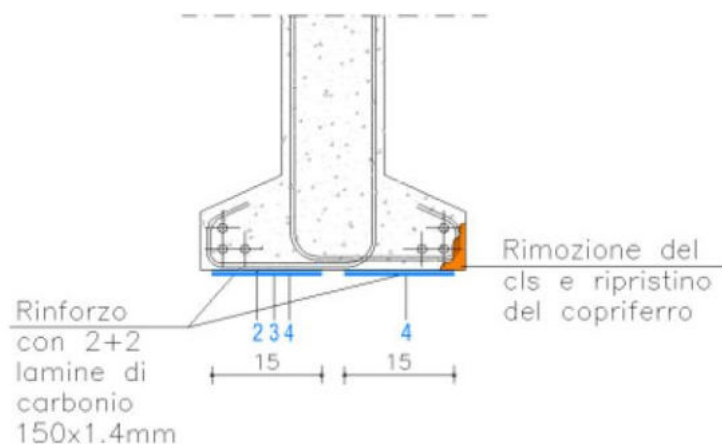


Fig. 7 - Rinforzo a flessione con lamine in carbonio

Le soluzioni adottate sono una proposta d'intervento, infatti tali soluzioni possono essere eseguite con prescrizioni progettuali alternative previste dal progettista. Nel dettaglio del progetto sono stati adottati i seguenti materiali: lamine in carbonio in classe C200/1800 ad alto modulo elastico e tessuti in fibra di carbonio unidirezionali ad alta resistenza in classe 210C da 600 g/m² impregnati ed incollati con specifiche resine epossidiche bicomponenti conformi alla norma EN 1504-4. Tra i vari interventi richiesti per la messa in sicurezza del cavalcavia erano previsti: la sostituzione dell'attuale barriera di sicurezza con una barriera di sicurezza tipo H2 ed il rinforzo strutturale del cordolo in c.a. con la sua risagomatura e l'aggiunta di nuova armatura ed il ripristino corticale della soletta dell'impalcato.

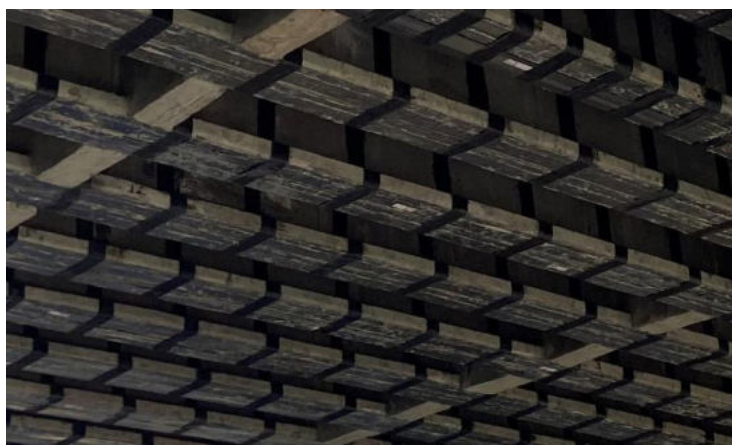


Fig. 8 - Fase di posa dei sistemi FRP

In particolare, il ripristino della soletta si rendeva necessario, oltre per i vizi legati al degrado, anche per le massime azioni che il singolo montante della barriera trasferisce agli ancoraggi, al cordolo e, infine, alla soletta durante l'urto.



Fig. 9 - Degrado all'intradosso della soletta

Il comportamento della barriera sotto l'effetto dell'urto di un veicolo, come noto, risulta molto complesso. Durante l'impulso la barriera si deforma considerevolmente, i montanti si plasticizzano dando luogo ad una tipica configurazione a catenaria che costituisce il reale dispositivo di ritenuta.

Al fine di valutare l'effettivo trasferimento di sollecitazioni alle strutture sottostanti è necessario, pertanto, individuare la resistenza ultima del montante in acciaio. L'azione trasferita dal singolo montante agli ancoraggi, al cordolo ed infine alla soletta è pertanto pari al momento di plasticizzazione incrementato di un fattore pari a 1.5 (paragrafo 4.7.3.3 dell'UNI EN 1991-2 come emendato dal documento di applicazione nazionale pubblicato in G.U. 27 Marzo 2013, decreto ministeriale 31/07/2012).

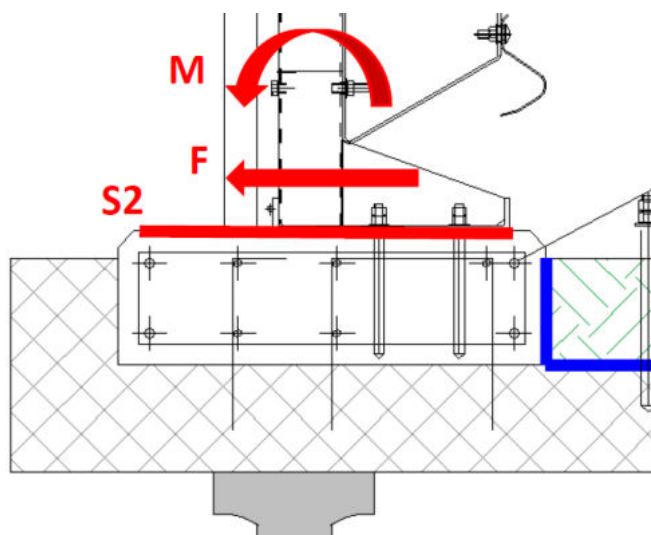


Fig. 10 - Barriera stradale soggetta ad urto

Inoltre, è stato verificato il collegamento tra la soletta originale ed il cordolo ripristinato considerando il contributo resistente con meccanismo a spinotto dell'armatura integrativa che attraversa la superficie di scorrimento all'interfaccia tra i due getti (armature integrative a "gancio").



Fig.11 - Estradosso della soletta

Il criterio di verifica assunto è stato quello proposto dal MC2010 che considera gli spinotti soggetti sia a taglio che a trazione.

Di fronte a questo scenario è stato valutato l'impiego di malte tecniche a consistenza fluida per il ripristino della soletta, caratterizzate dalla presenza di fibre di acciaio con dosaggio minimo al proprio interno "non inferiore allo 0,3% in volume". Le fibre

all'interno della malta sono marcate CE, in accordo alla norma EN 14889-1. L'aggiunta di fibre disperse in una matrice cementizia ne modifica le proprietà meccaniche, contrastando l'apertura progressiva delle fessure e conferendo al prodotto (calcestruzzo o malta), dopo la fessurazione, una significativa resistenza residua a trazione (convenzionalmente associata alla grandezza denominata "tenacità"), fino ad un valore significativo dell'apertura di fessura. Tale resistenza residua dipende da molteplici fattori tra i quali, ad esempio, il rapporto d'aspetto della fibra, la percentuale di volume delle fibre rispetto al volume totale del composito e le caratteristiche fisicomeccaniche delle fibre in aggiunta alle caratteristiche della matrice cementizia. Per tali ragioni queste malte (o microcalcestruzzi) ad elevate prestazioni, identificate con l'acronimo HPFRC (High Performance Fiber Reinforced Concrete), si comportano molto bene in presenza di urti, avendo una maggiore capacità di dissipazione dell'energia durante l'impatto.



Fig.12 - Prove preliminari con microcalcestruzzo fibrorinforzato ad elevate prestazioni

Per la posa in opera del microcalcestruzzo è importante creare sulla superficie della soletta esistente una rugosità con asperità di ± 5 mm per favorire l'aggrappo. Il supporto deve presentarsi consistente, pulito, saturo d'acqua, privo di materiale friabile e polverulento, esente da sostanze che possono compromettere l'adesione alla malta di rinforzo e non necessita di impiego di promotori di adesione.

4. Conclusioni

L'intervento tutt'ora in esecuzione è stato condotto per una esigenza di risolvere le conseguenze delle azioni derivanti dall'impatto viabilistico e dell'usura dovuta all'utilizzo dell'impalcato tramite azioni di ripristino e rinforzo delle parti degradate e deteriorate. Il rinforzo dell'impalcato è stato eseguito con l'impiego di materiali compositi FRP ed il consolidamento delle strutture con calcestruzzo fibrorinforzato. Nel progetto è stata posta particolare attenzione a tutti quei meccanismi di collasso locale, come il distacco corticale del calcestruzzo e degrado delle armature che potevano portare al crollo del manufatto. Le tecnologie attualmente disponibili consentono di incrementare la resistenza a trazione degli elementi

strutturali, la resistenza alle azioni dinamiche e agli impatti, limitando l'incremento di massa della costruzione e le distribuzioni di rigidità iniziali. Sono in genere soluzioni molto performanti, di alta durabilità e allo stesso tempo poco invasive, con spessori applicativi normalmente ridotti. Inoltre, sono funzionali in fase esecutiva, di semplice applicazione, facili da maneggiare e poco ingombranti, che richiedono dei tempi di posa abbastanza veloci. L'insieme degli interventi Oramai il panorama normativo è abbastanza definito sia per la progettazione (Sistemi FRP e FRC) che per la qualifica e l'accettazione dei materiali. Per la definizione delle caratteristiche prestazionali sono nate varie linee guida ministeriali, dalle prime sui sistemi FRP, alle successive sui sistemi FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), CRM (Composite Reinforced Mortar) e FRC fino ad arrivare alle ultime Linee Guida per l'identificazione, la qualificazione e l'accettazione di barre in composito fibrorinforzato. •

BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI

- Valutazione degli edifici esistenti in Cemento Armato” di Manfredi, Masi, et. Al.
- Legge 5-11-1971 n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Circolare ministeriale LL.PP. n. 384 del 14/02/1962 – “Norme relative ai carichi per il calcolo di ponti stradali”
- D.M. 17/01/2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circ. C.S.LL.PP. n. 7 del 21 gennaio 2019, “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- D.P. CS LL.PP. n.293 del 29.05.2019 “Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti”.
- CS LL.PP. Ass. Gen. del 20.07.2009 “Linee guida per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di interventi di rinforzo di strutture di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e murarie mediante materiali compositi fibrorinforzati”.
- D.P. CS LL.PP. n. 258 del 21 luglio 2022 “Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e il collaudo degli elementi strutturali in calcestruzzo fibrorinforzato”.
- D.P. CS LL.PP. n. 208 del 9.04.2019 “Linee Guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete)”
- Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003.
- “Linee Guida per la Compilazione della Dichiarazione di Idoneità Statica”, redatta a cura della Commissione Strutture dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento (maggio 2012).
- LG20 – “Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti” allegate al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.88/2019 del 17/04/2020.
- Codice della Strada n.285 del 30/04/1992. – Valutazioni preliminari dello stato dell'opera, piani di indagine, supporto specialistico in fase di indagine e verifiche accurate (ai sensi delle NTC18 e delle LG20)

specificata tecnica aggiornata al 23/03/2021 a cura di Autostrade per l'Italia.

- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti, come emendato dal documento di applicazione nazionale pubblicato in G.U. 27 Marzo 2013, decreto ministeriale 31/07/2012;
- UNI EN 1993-1-8: Progettazione delle strutture di acciaio - Progettazione dei collegamenti;
- EOTA Technical Report TR029 (september 2012);
- UNI CEN/TS 1992-4-2:2009: Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo.
- UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici (EC2).
- UNI EN 206:2021 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. – “Linee Guida per la Progettazione di Dispositivi di Sicurezza sui Cavalcavia Autostradali esistenti – Rev.1”, redatte a cura dell'Ufficio Tecnico della soc. Autostrade per l'Italia S.p.A.;
- Allegato “04 – Sezioni Tipologiche Riqualfica” alle “Linee Guida per la Progettazione di Dispositivi di Sicurezza sui Cavalcavia Autostradali esistenti – Rev.1”, redatte a cura dell'Ufficio Tecnico della soc. Autostrade per l'Italia S.p.A.

Michele Fringuelli Technical Manager MTS Engineering S.r.l.
Giorgio Giacomini Technical Manager and CEO G&P intech S.r.l.
Marco Bressan Engineer G&P intech S.r.l.
Matteo Olivan Engineer G&P intech S.r.l.

La ricerca della forma di Sergio Musmeci

Matteo Ocone

«Se è vero che una forma strutturale può esprimere la sua realtà di evento tecnico ed architettonico, solo nella misura nella quale si pone come fattore risolutivo del problema statico, è evidente che ciò che allora interessa è capire attraverso quali vie la forma può dare risultati in ordine all'utilizzazione strutturale della materia». Così scriveva l'ingegnere Sergio Musmeci, uno dei protagonisti della Scuola Italiana di Ingegneria strutturale del '900, che è stato definito "il visionario", da Sergio Poretti e Tullia Iori, P.I. della ricerca SIXXI – XX century structural engineering: the Italian contribution, ERC Advanced Grant. Questo contributo nasce a seguito del lavoro di collaborazione alle attività di ricerca e di ordinamento dell'Archivio Sergio Musmeci nelle collezioni del MAXXI Architettura, con il Centro Archivi Maxxi Architettura, e sotto la guida scientifica della Prof.ssa Ing. Tullia Iori. Nel lavoro di Musmeci la vera incognita è la forma, una forma che deve essere ottimale, frutto di un «procedimento razionale che (...) deve essere anche preso come base concettuale (...) per proporre forme per le quali non esistono ancora denominazioni».

The research of form by Sergio Musmeci

Sergio Musmeci writes: «If it is true that a structural form can only express its reality as a technical and architectural event to the extent that it acts as a solving factor of the static problem, it is evident that what then interests us is to understand through which ways the form can give results in order to the structural use of the material». Sergio Musmeci was one of the protagonists of the Italian School of Structural Engineering in the 20th century, who was defined as "the visionary" by Sergio Poretti and Tullia Iori, P.I. of the research SIXXI - XX century structural engineering: the Italian contribution, ERC Advanced Grant. This contribution is the result of collaborative work on the research and ordering of the Sergio Musmeci Archive in the MAXXI Architettura collections, with the Centro Archivi Maxxi Architettura and Prof. Eng. Tullia Iori. In Musmeci's work, the real unknown is the form, a form that must be optimal, the result of a «rational procedure that (...) must also be taken as a conceptual basis (...) to propose forms for which there are no names».

Sergio Musmeci è uno degli eroi della Scuola Italiana di Ingegneria strutturale nel XX secolo, "certamente il più visionario"¹. Nasce a Roma il 2 giugno del 1926, e nel 1944 si iscrive ad Ingegneria Civile settore Edile presso l'Università degli Studi di Roma laureandosi con il massimo dei voti. Nel 1953 consegue la seconda laurea in Ingegneria Aeronautica settore velivoli presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Roma. Da laureato ha l'occasione di fare pratica nello studio di Riccardo Morandi e di Pier Luigi Nervi; sul finire del 1953 sposa Zenaide Zanini, studentessa di architettura e disegnatrice presso lo studio di Riccardo Morandi. Dopo una breve esperienza professionale con Antonio, figlio di Pier Luigi Nervi, con cui fonda nel 1954 lo studio "Architettura e tecnica edilizia", Musmeci conduce il resto della sua attività professionale in casa, con lo studio annesso all'abitazione. Dal 1955 inizia la sua carriera accademica prima come "Assistente volontario" alla cattedra di "Meccanica Razionale con elementi di statica grafica e disegno" presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Roma, fino a ricevere l'incarico di insegnamento per la stessa cattedra a partire dall'anno accademico 1968-1969, e per l'anno accademico successivo riceve l'incarico anche per la cattedra di "Ponti e grandi strutture"; per il biennio 1973-1975 è incaricato anche del corso "Ponti e grandi strutture" presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi di Ancona. L'essere un appartenente a pieno titolo del mondo accademico, diventando la sua prima professione, è una prerogativa specifica di Musmeci rispetto agli altri comprimari della Scuola Italiana di ingegneria strutturale che vede in lui e in Nervi, Morandi e Zorzi, i principali protagonisti; peculiarità poi esplicitata nel lavoro di inventariazione del fondo che ha portato alla definizione di due serie specifiche e distinte legate a questa professione: "Attività di ricerca" e "Attività didattica e culturale".

Questo contributo, infatti, nasce a seguito del lavoro di inventariazione ed ultimo ordinamento del Fondo Musmeci² svolto dal gruppo del Centro Archivi Maxxi Architettura, costituito da Carla Zhara Buda, Angela Parente e Claudia Torrini, con il supporto scientifico della Prof.ssa Tullia Iori, insieme agli studiosi Tullia Fidelbo e Matteo Ocone, per questo le citazioni rimanderanno direttamente a quanto conservato presso il Centro Archivi del Museo Maxxi di Roma, il laboratorio sperimentale che conserva, restaura e cataloga, anche rendendoli fruibili digitalmente, i fondi dei protagonisti del '900 - tutti i materiali dei progetti citati in questo lavoro sono raggiungibili gratuitamente attraverso la consultazione dell'[Archivio Digitale MAXXI Architettura](#).

L'archivio di Sergio Musmeci, e della moglie e progettista Zenaide Zanini, è conservato nelle collezioni del Maxxi Architettura dal 2003 ed è stato generosamente donato dagli eredi al Ministero per i Beni e le Attività Culturali per le collezioni dell'allora nascente museo di architettura. «Si tratta di un archivio professionale completo che dopo le necessarie attività di ordinamento e catalogazione (...) è stato messo a disposizione degli studiosi, aprendo a una diversa e più

1 Iori, Poretti 2020

2 Zhara Buda 2022

completa considerazione della figura e dell'opera di Sergio Musmeci nella direzione del suo pieno riconoscimento tra gli strutturisti più audaci e innovatori del XX secolo»³.

L'intera opera di Sergio Musmeci, come già scritto da Manfredo Nicoletti⁴, aveva un unico obiettivo: la ricerca della forma, «una forma la cui definizione non è innescata da un atto intuitivo o capriccioso, ma da un processo che ricerca la necessaria configurazione della materia nello spazio, atta a risolvere un determinato compito strutturale impiegando il minimo indispensabile delle risorse». Le opere di Musmeci, come da lui stesso presentate e come emerso dai lavori di inventariazione, vengono classificate in base alle caratteristiche costruttive comuni frutto dei suoi diversi filoni di ricerca: volte corrugate, reti di travi, sistemi equitensionali, membrane a compressione uniforme e strutture reticolari spaziali. Progettare una struttura secondo Musmeci vuol dire fornire una risposta ad un problema complesso che, in quanto tale, non prevede una soluzione univoca, ma piuttosto il risultato ordinato che si esplicita in una forma riconoscibile, determinata dalla scelta del materiale strutturale, a sua volta contraddistinto da caratteristiche specifiche. Il risultato sarà quindi più corretto quanto più la forma sia vicina all'ottimizzazione delle caratteristiche dei materiali impiegati, diventando il vero mezzo di risoluzione del problema. In effetti determinate le condizioni al contorno, che sono note, gli sforzi in gioco, che sono noti, le caratteristiche del materiale, che sono note, nell'approccio musmeciano l'unica incognita è la forma. «La forma è quindi insieme fattore risolutivo sul piano tecnico e veicolo di comunicazione sul piano espressivo; le due cose sono talmente connesse che ciò può spiegare perché realmente non si ottiene mai, o quasi mai, l'una senza l'altra».⁵

La prima fase di ricerca coincide con i lavori degli anni 50 del '900, il tema è quello delle solette corrugate che sfruttano la resistenza per forma. La caratteristica principale è che la resistenza delle sottilissime solette in calcestruzzo armato è garantita dalla particolare forma corrugata che assorbe le sollecitazioni flessionali. La prima copertura pieghettata progettata da Musmeci è quella della Scuola Nazionale di atletica leggera a Formia (LT), 1954, la cui realizzazione termina nel 1958, attestata nel Fondo Musmeci nella serie [Attività Professionale, numero 22](#), con progetto architettonico di Annibale Vitellozzi e progetto strutturale di Musmeci, committente CONI. Come scrive lo stesso Musmeci «si trattava di una semplice soletta sottile piegata autoportante su una luce di 20 metri alle estremità della quale poggiava su due grandi telai reticolari. In cantiere il disegno dei ferri disposti in modo da seguire le variazioni degli sforzi apparve particolarmente bello. Il getto del calcestruzzo avrebbe in seguito nascosto quel disegno così significativo e questa circostanza mi fece comprendere che la forma della volta non seguiva abbastanza l'andamento naturale delle forze interne per poterlo esprimere visibilmente»⁶.



Fig. 1 - Veduta esterna del centro di Atletica a Formia. Maxxi Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione Maxxi Architettura, Fondo Musmeci Sergio – Zanini Zenaide, Serie Materiali Fotografici, Sottoserie Fotografie, Unità archivistica n. 49, “Prog. 43, 49. Centro di atletica leggera di Formia. 58 foto. B32”, n. inv. F9572: “veduta esterna”, senza data

Musmeci continua questa ricerca raggiungendo poco dopo, nel 1956, quello che lui stesso definisce «un primo esempio e forse il più significativo di questo modo di dare forma visibile ai momenti flettenti»⁷: il progetto con Leo Calini ed Eugenio Montuori, committente Andrea Raffo, dello Stabilimento Raffo e C. per la lavorazione del marmo a Pietrasanta (Lu), attestata nel Fondo Musmeci nella serie [Attività Professionale, numero 35](#), dove «si è introdotta (...) l'idea di mantenere rettilinei e continui gli spigoli tesi in modo da costruire una specie di riferimento rigido che contribuisce a rendere più chiara la percezione della forma»⁸. In questa occasione, come anche poi lo sarà nel progetto del ristorante dello Stadio Olimpico del Nuoto a Roma, 1957-1959, con Enrico del Debbio, Annibale Vitellozzi e Riccardo Morandi, serie [Attività Professionale, numero 52](#), la piegatura della soletta nasce dalle tensioni in gioco e l'ampiezza del corrugamento «varia in funzione della variazione naturale degli sforzi prodotti dalla distribuzione dei carichi e dei vincoli»⁹.

Il secondo filone di ricerca sulla sintesi di forme strutturali riguarda le reti di travi che hanno interessato la progettazione degli anni '60. Nel 1960, infatti, elabora il progetto, poi realizzato, per la chiesa di S. Carlo del Villaggio del Sole a Vicenza, serie [Attività Professionale, numero 59](#), con l'architetto Sergio Ortolani, l'ingegnere Antonio Cattaneo e Zenaide Zanini, che ottiene inoltre il premio In-Arch nel 1962. La copertura della chiesa è assimilabile alla forma simbolica di una tenda, il cui impianto, a livello planimetrico, è generato da tre spirali logaritmiche che hanno la caratteristica di formare sempre lo stesso angolo quando si intersecano con i raggi provenienti dal centro. Il reticolo di travi è quindi progettato da Musmeci utilizzando come base tre famiglie di spirali equangolari o logaritmiche che dir si voglia, per ottenere maglie triangolari il più possibile vicine alla forma

3 Guccione 2022

4 Nicoletti 1999

5 Musmeci 1980

6 *Ibidem*

7 *Ibidem*

8 *Ibidem*

9 Sisti 2020

equilatera e seguendo sempre le tre spirali sono stati disegnati i muri perimetrali di sostegno della copertura. «Questa esperienza progettuale dove la forma della struttura ha una matrice più geometrica che statica»¹⁰ è leggibile anche in alzato dove la rete di travi si addensa salendo di quota ed avvicinandosi al centro. Seguendo il percorso di una spirale, dalla sua estremità verso il centro, ad ogni nodo di intersezione con uno dei raggi si sale di quota di una quantità costante e «da ciò consegue la forma della copertura che è quella di una superficie di rivoluzione con una linea direttrice logaritmica. La sezione delle travi ha dimensioni che diminuiscono proporzionalmente alla distanza dal centro e ciò è in buon accordo con la graduale riduzione degli sforzi di flessione che caratterizzano la parte perimetrale della struttura, protesa a sbalzo oltre l'appoggio sui muri, a mano a mano che ci si avvicina alla cuspide centrale dove invece prevale un comportamento a membrana caratterizzato da sforzi normali di compressione»¹¹. La struttura, nel processo di avvicinamento verso il centro passa da un sistema discreto di travi ad una superficie continua che, accentuando la propria curvatura, richiede un minor apporto di materiale resistente, espresso dalla riduzione di altezza e di larghezza delle nervature, risultando così un sistema misto¹².

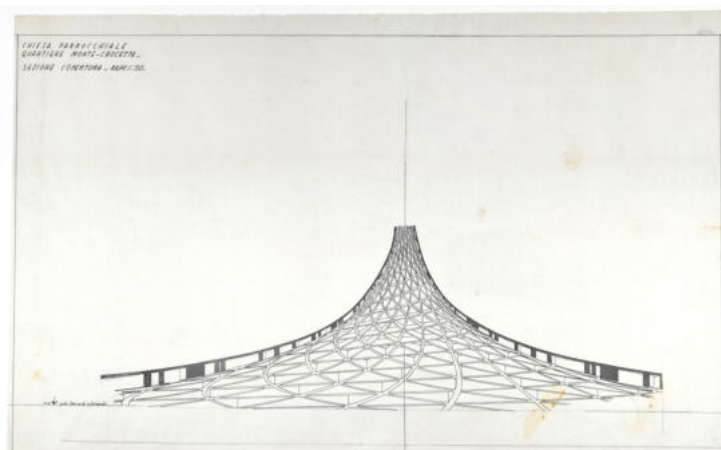


Fig. 2 - Veduta esterna del centro di Atletica a Formia. Maxxi Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione Maxxi Architettura, Fondo Musmeci Sergio – Zanini Zenaide, Serie Attività professionale n. 59, Chiesa parrocchiale di San Carlo al Villaggio del Sole, quartiere Monte Crocetta, Vicenza, n. inv. 28133: “sezione copertura”, senza data

La forma, quindi, è il risultato della perfetta aderenza alla natura ed entità degli sforzi generati dal disegno di una rete di travi, filone di sperimentazione rintracciabile anche in altre opere come l'Auditorium, Città atomica di Trombay, Bombay in India, dove Musmeci fu chiamato nel 1960 a fornire il suo contributo dallo studio Calini-Montuori, [serie Materiali Fotografici, Fotografie, numero 59](#); ma anche nel progetto per il Palazzo del Lavoro di Torino presentato nello stesso anno insieme a Mollino e Bordogna in tre diverse varianti, [serie Attività Professionale, numero 58](#).

Dall'evoluzione della ricerca che parte dalle reti di travi deriva il filone dei sistemi equitensionali.

«Se una rete di travi o di archi o di cavi tesi è formata da elementi equivalenti, aventi la stessa sezione resistente è naturale cercare di ottenere che lo sforzo sia identico in tutti e pari al massimo consentito dalla sezione. Questo principio di intrinseca

economicità si traduce in una forma di organizzazione strutturale fortemente espressiva proprio perché efficiente»¹³. Questo è il caso, ad esempio della copertura per il cinema Araldo a Roma del 1955, non realizzato, [serie Materiali Fotografici, Fotografie, numero 50](#), dove si è stabilito un valore identico per tutte le spinte e a partire da questo sono state poi determinate le quote dei nodi di incrocio di archi che collegavano, in diverse direzioni i punti sul perimetro dove erano previsti gli elementi di sostegno. Gli archi più lunghi assumono un «andamento molto particolare con un'inversione di curvature verso gli appoggi grazie alla quale riuscivano, prima di giungervi, ad appoggiarsi agli archi più corti da essi incrociati»¹⁴. Quindi il funzionamento statico dell'intera struttura è «caratterizzato dalla proprietà che la spinta degli archi poligonali è la stessa per tutti. Ciò è il risultato di una opportuna scelta (...) delle quote dei punti di intersezione delle nervature. L'eguaglianza fra le spinte dei vari archi giustifica l'adozione della stessa sezione per tutti e permette la massima efficienza statica»¹⁵.

Nel 1969 Musmeci viene chiamato da Giancarlo Pe-trangeli ad occuparsi della progettazione strutturale della chiesa Sant'Alberto a Sarteano (Si), [serie Attività Professionale, numero 114](#). La copertura è costituita «da un sistema di cavi tesi disposti radialmente a partire da un elemento verticale, il campanile, al quale sono ancorati in punti posti a quote variabili seguendo una curva ad elica»¹⁶. I cavi assumono un andamento curvilineo dettato da una necessità statica poiché «i cavi sostengono un carico che aumenta linearmente in conseguenza del loro graduale reciproco allontanamento, la linea funicolare secondo la quale debbono disporsi è una curva particolare facilmente ottenibile con il calcolo»¹⁷. In questo caso i cavi non si incrociano a formare una rete, quindi, è impossibile che la tensione sia costante ma le componenti orizzontali sono progettate per essere uguali in tutti i cavi, producendo quindi la determinazione della forma della copertura. Anche la forma delle pareti perimetrali, in calcestruzzo armato, è progettata appositamente per assorbire facilmente le spinte orizzontali generale dalla tensostruttura di copertura. Del resto, Musmeci è «più portato a forme complesse che non vengono capite ma intuite e che (...) sono le vere forme moderne, perché utilizzano una conoscenza di tipo scientifico, in cui giocano in maniera decisiva altri mezzi logici e concettuali»¹⁸.

Un altro filone di ricerca nella sperimentazione di Musmeci riguarda le strutture a membrana in cemento armato che, nonostante il loro uso sia degli anni 30 del '900 non hanno conosciuto una grande diffusione a causa delle difficoltà costruttive, principalmente legate alla costruzione di casseforme a doppia curvatura, e della difficoltà di comprendere nel dettaglio il comportamento statico. In questo ambito Musme-

13 Musmeci 1980

14 *Ibidem*

15 Musmeci 1956

16 Musmeci 1980

17 *Ibidem*

18 Iori 2022

10 Musmeci 1979

11 Musmeci 1980

12 Sisti 2020

ci introduce un grande cambiamento di paradigma: «se invece nelle equazioni si introducono le tensioni come quantità note e si cerca di ottenere la forma come l'incognita da ricercare, le cose possono essere spesso più facili e in ogni caso si ottiene un'utilizzazione più razionale del materiale e insieme, cosa molto importante, forme più espressive della sua natura e dell'equilibrio statico in atto nello spazio»¹⁹. Le difficoltà matematiche, sottolinea Musmeci, possono essere minori di quelle che si incontrano nei tradizionali calcoli di verifica se il calcolo viene usato come mezzo per sintetizzare delle forme e non solo come verifica di forme assegnate²⁰. A questo filone di ricerca appartiene la progettazione per l'appalto concorso del 1959, con Ugo Luccichenti, per il ponte sul Tevere a Tor di Quinto, serie [Attività Professionale, numero 47](#), dove la forma dei sostegni nasce come conseguenza di un regime statico di uniforme compressione. La determinazione della forma abbandona la dimensione bidimensionale di cavi e fili ma viene determinata con un modello in gomma fortemente teso. Per la determinazione della forma dei sostegni a V del ponte, la cui curvatura segue lo sviluppo superficiale minimo, Musmeci mette in atto «tutti i principali elementi della metodologia progettuale che successivamente sarà alla base del progetto di Potenza»²¹. Ogni superficie a doppia curvatura può avere un comportamento membranale purché vengano rispettate certe condizioni sul disegno dei bordi che, anche nel caso di Tor di Quinto, devono essere in grado di raccogliere la compressione interna della membrana: «la forma della superficie influenza così la forma dei bordi e ne è a sua volta influenzata»²². Appare chiaro quindi anche in questo progetto l'approccio, completamente opposto rispetto alla tradizione della progettazione strutturale, di Sergio Musmeci in cui la scienza deve servire all'invenzione e non solo alla verifica, portando alla scoperta di forme ottimali che, per un dato sistema di forze esterne accoglie, con l'impiego di materiale minimo, le tensioni in gioco.



Fig. 3 - Modello di gomma del Ponte a Tor Di Quinto, Maxxi Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione Maxxi Architettura, Fondo Musmeci Sergio – Zanini Zenaide, Serie Materiali Fotografici, Sottoserie Fotografie, Unità archivistica n. 57, "Prog. 110. Ponte a Tor di Quinto. B32", n. inv. F9818: "Modello di gomma", senza data

L'evoluzione delle superfici minimali termina nell'ultimo filone di ricerca affrontato da Sergio Musmeci prima della sua prematura morte avvenuta nel 1981. La versione discretizzata delle superfici minimali sono le strutture reticolari spaziali, un tipo strutturale che lo stesso Musmeci definisce completamente diverso dal significato strutturale delle altre progettazioni. In questi progetti, infatti, la matrice geometrica è l'unica protagonista poiché gli elementi «non si distinguono per il loro ruolo statico ma solo come parti di una composizione geometrica nell'ambito della quale ognuno si trova in una posizione completamente equivalente a quella di ogni altro»²³. Nel 1978 Musmeci estende lo studio delle strutture reticolari spaziali a tutte le maglie strutturali regolari grazie all'uso di un nuovo materiale: il calcestruzzo impregnato con resine artificiali brevettato dalla Italcementi, il cui uso sperimentale è stato applicato in occasione della "Settimana dell'Architettura" a Roma nel 1979. In un articolo di Musmeci, pubblicato su "L'industria italiana del cemento"²⁴, viene presentato il nuovo materiale, ma soprattutto le nuove forme che da esso possono nascere: «nulla può stimolare lo sviluppo di nuove forme strutturali, come un nuovo processo costruttivo o l'introduzione di un nuovo materiale e vi sono molte ragioni per considerare il calcestruzzo impregnato proprio come un nuovo materiale»²⁵. Già l'anno prima, nel 1979 su "Parametro"²⁶, Musmeci aveva pubblicato uno studio approfondito dedicato alla geometria dei poliedri, in cui ha analizzato il modo di inventare strutture che conduce alle geometrie del discreto: «gli elementi che compongono la struttura sono identici e numerabili e ciò che conta sono i punti nodali, e le aste che li compongono, i rapporti tra distanze e angoli, il manifestarsi in definitiva di leggi di organizzazioni che consentono di leggere lo spazio. In questo caso la geometria ha un ruolo più diretto perché un'asta non viene tanto percepita come una linea di forza quanto come un vettore geometrico», così si legge nel dattiloscritto, [Attività di Ricerca, Sottoserie Scritti, RIC/2/21](#). Queste geometrie sono poi messe in relazione alla possibilità di creare nuove strutture spaziali modulari grazie all'uso del nuovo materiale, il cemento impregnato: «si tratta di forme strutturali che pure presentando diverse analogie con le strutture reticolari spaziali in acciaio, se ne differenziano sotto molti aspetti e comunque abbastanza da poterle considerare come applicazioni tipiche del nuovo materiale e quindi come forme espressive delle sue qualità strutturali»²⁷. In occasione della Settimana dell'Architettura organizzata a Roma, in Piazza San Salvatore in Lauro, nel 1979 dall'In/Arch Musmeci sperimenta queste forme reticolari spaziali e con Italcementi realizza dei prototipi con il calcestruzzo polimerizzato, come documentato nella serie [Materiali Fotografici, Fotografie, numero 31](#). Questa struttura viene ottenuta unendo elementi identici la cui forma triangolare equilatera ha la capacità di generare la maglia strutturale in un processo univoco. Il reticolo spaziale è determinato disponendo le aste senza elementi di raccordo estranei alla logica geometrica dell'insieme. L'utilizzo del calcestruzzo della Italcementi permette la prefabbricazione degli elementi costruttivi con un rigore geometrico difficilmente ottenibili con un calcestruzzo ordinario, inoltre la lettura dello spazio tridimensionale è strettamente connessa all'assoluta coerenza delle forme con la matrice geometrica, resa tale grazie all'uso di questo materiale. In conclusione, si può quindi affermare che «il contenuto è apparenza e che la forma è l'unica verità accessibile. Essa appare

23 Musmeci 1980

24 Musmeci 1980, pp. 345-360

25 Ibidem

26 Musmeci 1979

27 Musmeci 1980

19 Musmeci 1980

20 Musmeci 1980, pp. 231-246

21 La Torre 2004

22 Musmeci 1977

in ogni caso come la realtà ultima a cui si giunge per astrazione dal particolare all'universale. Alla forma almeno deve essere attribuito un valore in sé, alla stessa stregua con cui lo si attribuisce alla materia e all'energia»²⁸. Il risultato per Musmeci è più valido quanto più assume importanza il ruolo della forma, che diviene il mezzo con il quale si risolve il problema della progettazione, cioè organizzare e conciliare i dati caotici in un organismo ordinato. La forma allo stesso tempo è rappresentazione di questa soluzione raggiunta, «è quindi insieme fattore risolutivo sul piano tecnico e veicolo di comunicazione sul piano espressivo; le due cose sono talmente connesse che ciò può spiegare perché realmente non si ottiene mai, o quasi mai, l'una senza l'altra»²⁹. Questi dati sono emersi chiaramente dall'inventariazione dei materiali conservati presso il Centro Archivi MAXXI Architettura, il cui lavoro di riordino e conservazione, confluito nel [volume](#) che fa parte della collana dei Quaderni del Centro Archivi del MAXXI Architettura, ha permesso di rendere il materiale fruibile agli studiosi che si recano al MAXXI, ma ancor più importante per la diffusione e fruizione del Fondo, la possibilità di accedere alla versione digitale di parte dell'archivio. Musmeci era già consapevole che l'uso del calcolatore elettronico, che oggi chiamiamo pc, doveva andare oltre l'effetto quantitativo, di verifica dei calcoli, soffermandosi su quello qualitativo, che lo stesso considerava come risultato dell'interazione fra la macchina e le capacità inventive dell'uomo; effetto qualitativo anche tangibile nella consultazione del materiale digitale del suo archivio che sicuramente sarà fonte di stimolo tanto per gli studiosi quanto per i progettisti. •

Ringraziamenti

L'autore ringrazia Carla Zhara Buda, Angela Parente e Claudia Torrini (MAXXI - Centro Archivi di Architettura) per aver facilitato il lavoro di studio e documentazione, nonché la collega Tullia Fidelbo per il tempo condiviso insieme nel lavoro di inventariazione e riordino del Fondo di Sergio Musmeci e Zenaide Zanini.

Bibliografia

- Fidelbo T., Ocone M. - Fidelbo T., Ocone M., *Regesto Dei Progetti Attestati In Archivio*, In "L'archivio Di Sergio Musmeci Nelle Collezioni Del Maxxi Architettura", A Cura Di Zhara Buda C., Roma, Edizioni Fondazione Maxxi, 2022
- Iori 2022 - Iori T., *Intervista (Im)Possibile A Sergio Musmeci, Un Visionario*, In "Visioni Strutturali" Numero Monografico Di "Rassegna Di Architettura E Urbanistica", N.168, A Cura Di Iori T., Macerata, Quodlibet, 2022, Pp. 8-17
- Iori, Poretti 2020 - Iori T., Poretti S., *Fotoromanzo Sixxi 9. Capolavori Postumi*, In "Sixxi 5", A Cura Di Iori T., Poretti S., Roma, Gangemi Editore, 2020, Xxi-Xxxi.
- Guccione 2022 - Guccione M., *L'archivio Di Sergio Musmeci Nelle Collezioni Del Maxxi Architettura*, In "L'archivio Sergio Musmeci Nelle Collezioni Del Maxxi Architettura", A Cura Di Zhara Buda C., Roma, Edizioni Fondazione Maxxi, 2022, 98-101.
- La Torre 2004 - La Torre C., *Il Ponte Sul Basento A Potenza: Un Percorso Di Ricerca*, In "Il Ponte E La Città. Sergio Musmeci A Potenza", Gangemi Editore, Roma 2004, Pp. 95-107
- Musmeci 1956 - Musmeci S., *Volte Ad Archi Poligonali*, In "L'architettura. Cronache E Storia", A.i, N. 6, Marzo-Aprile 1956, Pp. 880-882.
- Musmeci 1970-1972 - Musmeci S., Fascicolo Ric/2/6, Serie "Attività Di Ricerca", Sottoserie "Scritti", Fondo Musmeci, Centro Archivi

Maxxi Architettura, Roma, 1970-1972

- Musmeci 1977 - Musmeci S., *Ponte Sul Basento A Potenza*, In "L'industria Italiana Del Cemento", N.11, Novembre 1977, Pp. 885-906
- Musmeci 1979 - Musmeci S., *La Genesi Della Forma Nelle Strutture Spaziali*, In "Parametro", N.80, Ottobre 1979, Pp.36-47
- Musmeci 1980 -Musmeci S., Fascicolo Ric/2/23, Serie "Attività Di Ricerca", Sottoserie "Scritti", Fondo Musmeci, Centro Archivi Maxxi Architettura, Roma, 1980
- Musmeci 1980, Pp. 345-360 - Musmeci S., *Strutture Nuove Per Un Materiale Nuovo*, In "L'industria Italiana Del Cemento", N.5, Maggio 1980, Pp. 345-360
- Musmeci 1980, Pp. 231-246 - Musmeci S., *Struttura Ed Architettura*, In "L'industria Italiana Del Cemento", N.10, Ottobre 1980, Pp. 231-246
- Nicoletti 1999 - Nicoletti M., *Sergio Musmeci. Organicità Di Forme E Forze Nello Spazio*, In "Universale Di Architettura 54 Collana Diretta Da Bruno Zevi", Torino, Testo & Immagine, 1999
- Sisti 2020 - Sisti A., *Struttura E Forma Nella Sperimentazione Di Sergio Musmeci*, Dottorato In Ingegneria Civile: Architettura E Costruzione, Xxxii Ciclo, Dipartimento Dicii, Università Degli Studi Di Roma "Tor Vergata"
- Zhara Buda 2022 - Zhara Buda C., *L'archivio Di Sergio Musmeci Nelle Collezioni Del Maxxi Architettura*, A Cura Di Zhara Buda C., Roma, Edizioni Fondazione Maxxi, 2022

Matteo Ocone. Giornalista, ingegnere e architetto, dopo la laurea al Politecnico di Milano, è oggi dottorando in Ingegneria Civile - indirizzo Architettura e Costruzione - presso l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", e docente a contratto presso l'Università Telematica eCampus per l'insegnamento di "Tecniche costruttive" CdS Ingegneria Civile e Ambientale. matteo.ocone@unicampus.it.

28 Musmeci 1980

29 Musmeci 1970-1972

Lezioni di ponti

Un ricordo del Prof. Riccardo Morandi

Fabio Abbruzzese

Nell'articolo sono riportati alcuni ricordi e aneddoti del corso "Costruzione dei Ponti" tenuto dal Prof. Riccardo Morandi a San Pietro in Vincoli, sede del Triennio di Applicazione della facoltà d'ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza". Sono riportate alcune note biografiche sulla sua attività professionale nel campo della progettazione e della realizzazione dei ponti.



Fig. 1 – Sede del Triennio di Applicazione della facoltà d'Ingegneria di Roma "La Sapienza" a San Pietro in Vincoli



Fig. 2 – Tomba del papa Giulio II. Particolare della statua del Mosè di Michelangelo Buonarroti nella chiesa di San Pietro in Vincoli adiacente al Triennio di Applicazione

Ho avuto la fortuna di avere il Prof. Riccardo Morandi quale docente del corso "Costruzione dei Ponti" nell'anno accademico 1969 -70 presso l'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma. È stato titolare di questa cattedra nella facoltà d'Ingegneria nel triennio 1969 – 1972. Il suo corso e l'esame finale sono stati per me i più stimolanti del triennio di applicazione nella sede di San Pietro in Vincoli (fig. 1) adiacente all'omonima basilica (fig. 2), tanto da indirizzarmi nella futura carriera professionale in questo settore. Rammento ancora le sue lezioni: le ore volavano per quanto erano interessanti, dense di contenuti e arricchite dalla sua esperienza professionale di progettista e Direttore dei lavori di ponti.

Ci ha illustrato come nasceva e si concretizzava la soluzione progettuale: dalla preliminare e profonda conoscenza del territorio ove doveva essere realizzata l'opera, allo studio del sottosuolo, dell'idrografia e dell'ambiente circostante.

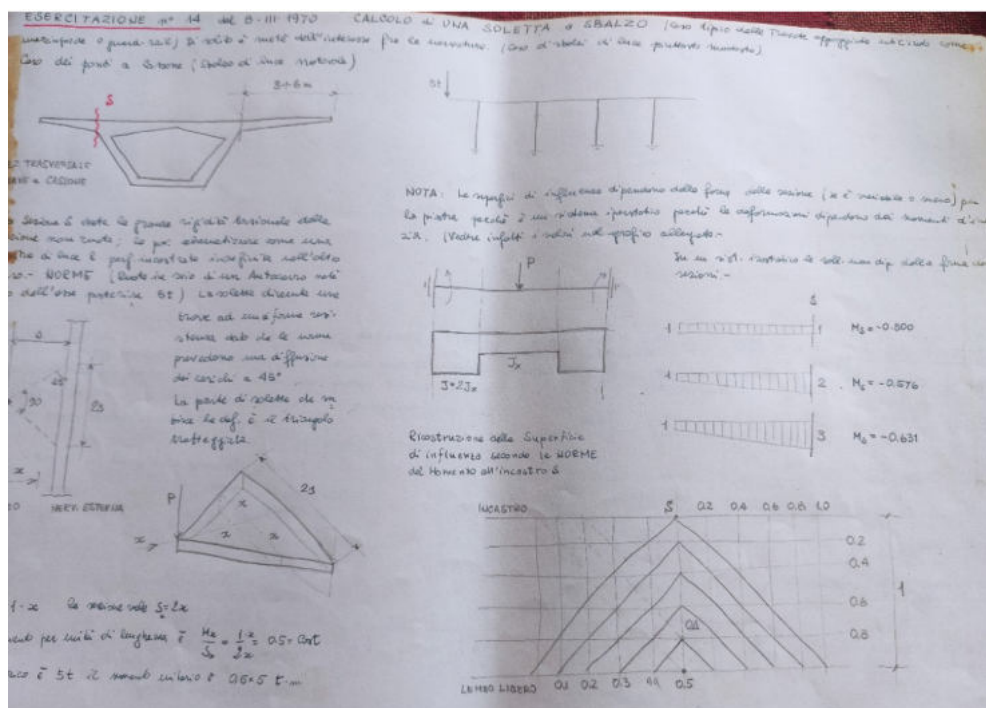
Da questi primi elementi l'idea progettuale prendeva gradualmente corpo, il "concept" si direbbe oggi, si concretizzava con la scelta della tipologia strutturale e lo studio di ottimizzazione economica degli elementi che la componevano.

Al termine del corso mi sono reso conto, con mia sorpresa, che il Professor Morandi sulla lavagna (allora non esistevano strumenti didattici multimediali e interattivi) non aveva scritto una formula.

Numerosi ponti e viadotti, che in quegli anni rappresentavano l'avanguardia sia sotto l'aspetto tecnico che quello realizzativo, sono stati oggetto dei nostri studi, direttamente dalla voce del loro ideatore: il viadotto strallato realizzato lungo la laguna di Maracaibo con campate da 235 metri di luce, il viadotto Polcevera di Genova (fig. 3), tristemente noto per il suo crollo avvenuto nel 2018 che causò ben 43 vittime, il ponte strallato lungo l'autostrada A91 Roma - Aeroporto di Fiumicino, il ponte sul Columbia River, il ponte sulla Fiumarella a Catanzaro e tanti altre opere progettate dai suoi illustri colleghi.



Fig. 3 – Cartolina di Genova del 1970 con il viadotto sul torrente Polcevera progettato dall'ing. Riccardo Morandi, crollato nel 2018



Le esercitazioni erano tenute dai suoi assistenti. Si lavorava in gruppi di 4 – 5 studenti; si sviluppava il progetto strutturale di tutti gli elementi del ponte: le fondazioni, le spalle, le pile, le travi, i traversi e le solette d'impalcato (fig. 4) nei vari materiali, il cemento armato, il cemento armato precompresso, la struttura mista acciaio calcestruzzo e l'acciaio.

Studente FABIO ABBRUZZESE		Materiale 03642	
MATERIE DEGLI ESAMI		DATA	VOTO
23	Tecnica ed Economia dei Trasporti I	9/11/59	ventisette
24	Progett. di Strada	22/6/59	ventisette
27	Legislazione dei Lavori	28/2/59	ventisette
28	Cost. Edilizia I	24/6/59	ventisette
29	Cost. Strade per auto	15/7/59	ventisette
30	Costruzione dei Ponti	8/10/59	ventisette
31	Tecnica del Traffico e della Circolazione	30/10/59	ventisette
32			
33			

Fig. 6 – Stralcio del libretto universitario con il voto dell'esame di "Costruzione dei Ponti" firmato dal Prof. Riccardo Morandi.



Fig. 7 – L'ing. Riccardo Morandi (al centro della foto) in occasione della consegna dei lavori in un cantiere a Roma negli anni trenta dello scorso secolo

Una data è rimasta impressa nei miei ricordi: il giorno dell'esame di "Costruzione dei ponti" nel lontano 08 ottobre 1970, che sostenni proprio con il prof. Morandi. L'esame andò benissimo (fig. 6) e festeggiai con gli altri colleghi, nel baretto "Colle Oppio" adiacente alla facoltà. Rientrato a casa e raccontando a mio padre l'esito dell'esame, scoprii che il prof. Morandi era stato suo collega di corso all'Università. Entrambi si erano laureati in ingegneria a Roma nel 1927. Ulteriore sorpresa fu quella di apprendere che in seguito avevano avuto, alcune occasioni professionali comuni. Allora non gli feci altre domande in quanto ero già proiettato all'ultimo esame ancora da sostenere per poi lavorare sulla tesi di laurea già concordata con il prof. Benini dal titolo "Il collegamento Rieti – Torano. Studio economico delle varianti". Mettendo ordine tra le mie carte, recentemente mi è capitata tra le mani una vecchia fotografia (fig. 7). Esaminandola ho riconosciuto subito la figura di mio padre che allora era il Direttore Tecnico dell'impresa Bongiovannini. Con mia sorpresa, scorsi l'ing. Morandi al centro della foto con il cappello in mano. Dalla lettura del cartello di cantiere installato sulla baracca ne ebbi la conferma. Doveva trattarsi della foto scattata, come da prassi, in occasione della consegna dei lavori. Non essendoci date, ritengo possa essere stato il periodo intorno agli

anni 1935 – 38. Presumibilmente i lavori dovevano riguardare la costruzione di un fabbricato di civile abitazione per l'alloggio dei lavoratori del Committente, la Cooperativa Ferrovieri Roma – Lido.

In quel periodo il Prof. Morandi aveva progettato a Colferro, numerose case per gli operai ed edifici per gli impiegati, nonché villini per i quadri dirigenziali della società Bomprini - Parodi - Delfino.

Mi rincresce di aver perso l'occasione 50 anni fa, di approfondire con mio padre i suoi incontri di lavoro con il prof. Morandi e in particolare le sue impressioni e il suo giudizio sulla levatura tecnico-professionale del personaggio, che a mio parere in questo campo dell'ingegneria resta uno dei più illuminati, anche se la sua memoria è stata offuscata, non per sua responsabilità, dal crollo del viadotto Polcevera.

Morandi e i ponti. Note biografiche

Le opere per le quali l'ing. Morandi è conosciuto a livello internazionale sono i grandi ponti e i viadotti che progettò dal 1945 in poi. Inizialmente questa attività ha riguardato la ricostruzione postbellica dei ponti danneggiati o distrutti e la costruzione di nuovi ponti stradali per conto della Cassa per il Mezzogiorno. Le sue realizzazioni in questo settore dell'ingegneria si distinguono per la potenza espressiva del progetto e per la capacità di interpretare le diverse situazioni paesaggistiche.

Il ponte, ricordava Morandi, *"è insieme la conquista dello spazio e un fatto di pura forma e in questa opera si realizza la sintesi di architettura e ingegneria"*.

Evidenziava che: *"questi interventi dovevano interagire con il paesaggio e con i suoi abitanti, in un rapporto strettissimo tra necessità, dovuta alle esigenze del progresso, e una forma di tutela del patrimonio naturale che passa attraverso la contaminazione con l'oggetto architettonico studiato per il contesto particolare"*. Per i primi progetti ha seguito gli schemi classici, il sistema ad arco e successivamente nel 1950, anno che diede inizio al periodo più fecondo della sua attività, gli impalcati isostatici, soluzione che fu ritenuta la più idonea per i lunghi viadotti. Infine ideò la struttura strallata, che consiste in una successione di impalcati sostenuti da coppie di stralli, imponenti tiranti inclinati a loro volta ancorati ad antenne la cui altezza è funzione della luce della campata.

Questa struttura fu applicata da Morandi per la prima volta nel 1955 per il ponte in acciaio sullo Sromsund, in Svezia, e nel 1957 - 58 in occasione dell'appalto concorso per il ponte sulla laguna di Maracaibo, in Venezuela. Questo viadotto è considerato tra le costruzioni in cemento armato precompresso più rilevanti al mondo. Da questa esperienza ha fatto seguito lo spettacolare ponte sul wadi Al-Kuff, in Libia, il viadotto Polcevera sul parco ferroviario di Genova e il ponte sulla zona franosa lungo l'autostrada A91 Roma - Aeroporto di Fiumicino, per citare le più note tra le numerose opere nelle quali gli impalcati erano sorretti da "stralli omogeneizzati", tecnica innovativa ideata e brevettata dal Prof. Morandi. •

Fabio Abbruzzese. Ingegnere libero professionista iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Vicenza. Progettista, Direttore dei lavori, Collaudatore e Coordinatore della Sicurezza di importanti opere infrastrutturali. Autore di numerose pubblicazioni riguardanti in particolare la tecnica dei lavori stradali, i ponti e la viabilità invernale.

Ponte sullo Stretto di Messina

Pino Donato

Sul suo ruolo di collegamento stabile tra Sicilia e il resto del Continente per lo sviluppo del Mezzogiorno italiano e sulle ragioni a favore sulla sua realizzazione, il sottoscritto, costruisce un modello di Ponte a due campate scala 1:600. Era il 1980, quando lo presentò al Consiglio dei ministri, contemporaneamente all'Ufficio Brevetti e Marchi Ministero dell'Industria Via Molise 2 a Roma. La Società Stretto di Messina non era ancora costituita e il 15 luglio del 1985 ottenne ufficialmente l'attestato di Brevetto: stato di domanda rilasciata Ponte sullo Stretto di Messina: N.0000180261.

Da allora, numerosi furono i convegni che si svilupparono a Palmi presso i locali della nuova Casa della Cultura, il primo nel mese di aprile del 1984 e numerose furono le personalità intervenute. Religiosi, civili e militari diedero lustro e contributo al grande progetto e alla Città di Palmi.

Titolo del giornale IL TEMPO di Roma sabato 20 aprile 1984:

Un problema Europeo proiettato verso il Medio Oriente
CONTINENTE – SICILIA: IL PONTE DEI SOSPIRI.

Se ne parla ormai da tanti anni – Esaminata in un convegno alla Casa della Cultura di Palmi le soluzioni proposte - Un'idea progetto rivoluzionaria del progettista Pino Donato.

L'ultimo convegno fu nel 2005 con la Società Stretto di Messina a Palmi, in cui furono presentate le soluzioni definitive al progetto ad unica campata. Tra gli oratori, il signor Sindaco di Palmi Avv. Antonio Parisi e l'Amministratore Delegato Dott. Pietro Ciucci, diedero conferma definitiva al grande progetto. Molte furono le

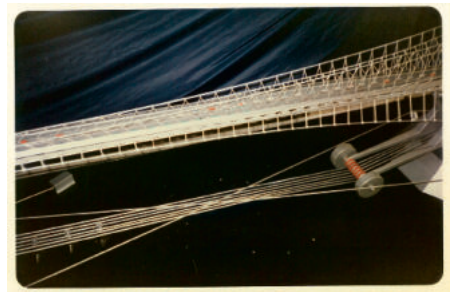
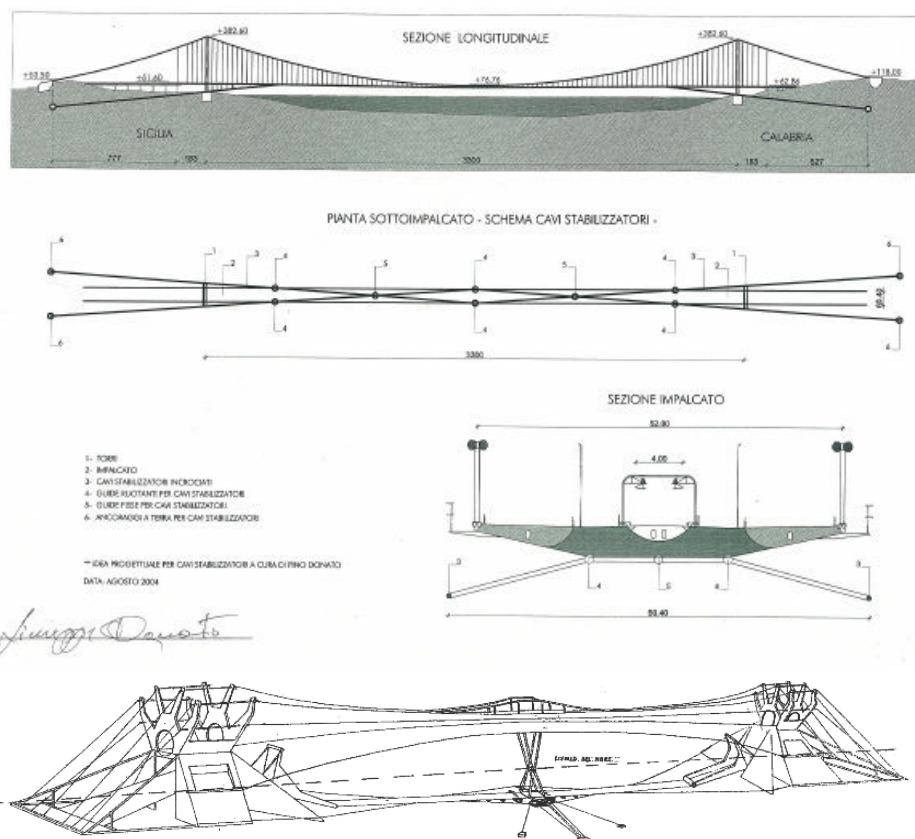
riprese televisive a livello regionale e nazionale.

In altre circostanze le interviste al sottoscritto furono innumerevoli con Rai Repubblica, oratore Reporter Dott. Antonio Nasso, in onda nazionale ad aprile 2024.

L'ipotesi fu più volte esposta alle Fiere Internazionali di Reggio Calabria e Messina, successivamente ormai costituita, fu oggetto di studio dalla Società Stretto di Messina; ci furono servizi televisivi a carattere nazionale, fu anche oggetto di studio del Prof. Leo Finzi del Politecnico di Milano. Con lo stesso progetto ha partecipato al Bando di gara indetto dalla Società Stretto di Messina il 15 e 16 aprile e settembre 2005, dei cinque soggetti due di competenza di Giuseppe Donato. GAZZETTA UFFICIALE NAZIONALE ED EUROPEA.

L'ultimo servizio, 18 giugno su REGGIOTODAY. È possibile vedere il plastico alla CASA DELLA CULTURA DI PALMI.

A dimostrazione dell'impegno, non a titolo di vanto, ma della serietà e l'applicazione al grande progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, potremmo andare avanti all'infinito. Ma questo non vale la pena dirlo, bastano i fatti appena elencati. •



A sinistra: disegni dell'opera;
in alto: porzione di plastico, dettaglio

Giuseppe Donato. Tecnico meccanico, pilota collaudatore di auto da corsa per la Porsche di Stoccarda, ha girato il mondo nei principali circuiti sportivi. È titolare di 15 brevetti, dal Ponte sullo Stretto di Messina ad un Aliscafo dalle linee avveniristiche dotato di sospensioni idro-pneumatiche indipendenti a smorzamento elettronico. Ha pubblicato numerose opere letterarie, è su Internet nei libri di Pino Donato. Suo il libro: UNA STORIA UNA VITA. Il Grande Ponte sullo Stretto di Messina (Rossini Editore).

Ponte sullo Stretto e ferrovia: stima del trasferimento di passeggeri dall'aereo al treno nella relazione Sicilia-Continente

Roberto Di Maria

Il tema della crescita del traffico ferroviario in conseguenza della costruzione del Ponte sullo Stretto e della velocizzazione della rete ferroviaria a sud di Salerno è destinato a essere al centro di polemiche, come tutto quanto riguarda il collegamento stabile tra Sicilia e continente.

Per questa ragione è bene premettere alcune considerazioni finalizzate a meglio comprendere la validità e gli inevitabili limiti dei calcoli che seguono, non perché l'efficacia degli algoritmi applicati possa essere messa in dubbio – è stata dimostrata innumerevoli volte in casi analoghi – ma con riferimento alle conclusioni che si traggono dall'atteso cambio di modalità trasportistica.

È storicamente accertato che l'incremento del traffico ferroviario derivante dalla velocizzazione delle tratte considerate, deriva essenzialmente da due fattori:

- A. Il decremento del numero di passeggeri che, oggi, utilizzano l'aereo;
- B. Il decremento del numero di coloro che viaggiano su gomma.

Questo studio non prende in considerazione i secondi, pur nella convinzione che il loro numero non sarà affatto trascurabile. Ciò in quanto le ragioni che inducono il viaggiatore ad abbandonare l'automobile o il pullman (o a preferirli) a favore del treno sono le più varie, difficilmente valutabili a priori e su di esse intervengono frequentemente convenienze economiche o temporali legate a fattori ardui da prevedere a distanza di parecchi anni.

Il confronto tra le emissioni legate all'uso del treno e dell'aereo – nel nostro caso si tratta di emissioni di CO₂, quindi "climalteranti", non strettamente "inquinanti" - merita un'ulteriore precisazione, apparentemente scontata ma che consente di comprendere meglio il percorso seguito per giungere alle conclusioni finali. Alla fine di questo studio, inoltre, il numero statisticamente prevedibile di passeggeri che passano dall'aereo al treno è utilizzato come base di calcolo per conoscere la riduzione delle emissioni ottenute come prodotto tra tale numero e il valore delle emissioni "per passeggero".

Nasce l'ovvia obiezione che non è il passeggero – sia esso dell'aereo o del treno – a determinare l'emissione, bensì il mezzo utilizzato, cioè il convoglio o l'aeromobile. L'obiezione è valida, ma soltanto in linea astratta e non conduce a risultati reali perché è proprio il suddetto valore (l'emissione per passeggero) a derivare dalla divisione delle emissioni del vettore ed il numero medio di utenti che lo utilizzano. Sui grandi numeri, quindi, la sua validità è incontestabile. Proprio le emissioni "per passeggero trasportato", infatti, sono quelle fornite da parte dei tanti e qualifi-

cati siti che forniscono metodi per il calcolo della riduzione di CO₂. Siti del calibro delle principali Associazioni ambientaliste, di grandi Compagnie aeree e di Università prestigiose fino ai più importanti enti pubblici (CNR, ISPRA, AIE e altri), comprese quasi tutte le Regioni italiane.

Pur esprimendo spesso valori numerici diversi, tutti gli enti consultati concordano sul fatto che le emissioni del mezzo aereo sono notevolmente maggiori di quelle dei convogli ferroviari.

Per evitare di affidarsi a uno solo di tali risultati, abbiamo fatto ricorso all'applet Gemini di Google che utilizza un sistema di IA (Intelligenza Artificiale) multimodale ed elabora un'enorme quantità di dati. Ulteriore rassicurazione deriva dalla constatazione che i dati forniti da Gemini coincidono con quelli dell'AIE (Agenzia Internazionale dell'Energia), la cui obiettività è fuori discussione.

Alla luce di un sano buon senso, il difetto in questo lavoro è che sottovaluta notevolmente e intenzionalmente la quantità di passeggeri che abbandoneranno ogni altra modalità trasportistica per passare al treno. Quarant'anni fa nessuno avrebbe potuto immaginare che la RM-MI sarebbe arrivata a offrire oltre cinquanta collegamenti ad AV (vera) al giorno. Più una decina di IC. Riducendo brutalmente il traffico aereo tra le due città – con grandi benefici per l'ambiente - e mettendo ulteriormente in crisi la compagnia di bandiera dell'epoca.

La sensibilità ambientale -in continua crescita, com'è giusto che sia – contribuisce ad accelerare il fenomeno e, inoltre, gli utenti dei mezzi di trasporto che saranno "scartati" a favore del trasporto su ferro non sono solo quelli che da Catania e Palermo vanno verso Roma e Milano, ma anche coloro che hanno come punto di partenza/arrivo centri "minori", a condizione che l'offerta ferroviaria arrivi a coprire anche tali località, come, peraltro è avvenuto e continua ad avvenire nelle aree del Paese dove l'Alta Velocità ferroviaria e i collegamenti locali funzionano egregiamente.

Dati di traffico

L'attuale offerta Sicilia-Continente prevede i seguenti convogli:

Per il continente:

- 2 Intercity giorno (ID) Palermo-Roma
- 2 Intercity giorno Siracusa-Catania-Roma
- 2 Intercity notte (IN) Palermo-Roma
- 2 Intercity notte Siracusa-Catania-Roma
- 1 Intercity notte Palermo-Milano
- 1 Intercity notte Siracusa-Catania-Milano

Dal continente:

- 2 Intercity giorno Roma-Palermo
- 2 Intercity giorno Roma-Catania-Siracusa
- 2 Intercity notte Roma-Palermo
- 2 Intercity notte Roma-Catania-Siracusa
- 1 Intercity notte Milano-Palermo
- 1 Intercity notte Milano-Catania-Siracusa

Per un totale di 20 treni giornalieri, ovvero 10 coppie di treni andata/ritorno.

Su questi convogli i dati disponibili riferiscono si è registrato, per il 2023, il seguente traffico (dati Trenitalia):

- 190.000 passeggeri annui da e per la Sicilia sugli Intercity giorno (IG)
- 320.000 passeggeri annui da e per la Sicilia sugli Intercity notte (IN)

Rotta ICAO	Rotta Aeroporti	Passeggeri	Δ% 2023-22	Rank	Δ rank
UCC - URF	Catania Fontanarossa - Roma Fiumicino	790.704	1,2%	1	-
URF - UCC	Roma Fiumicino - Catania Fontanarossa	768.425	1,1%	2	-
UCI - URF	Palermo Punta Raisi - Roma Fiumicino	697.472	18,4%	3	▲ 3
URF - UCI	Roma Fiumicino - Palermo Punta Raisi	694.947	17,9%	4	▲ 1
UCC - UMC	Catania Fontanarossa - Milano Malpensa	534.233	-15,4%	5	▼ -2
UMC - UCC	Milano Malpensa - Catania Fontanarossa	532.367	-14,7%	6	▼ -2
URF - UML	Roma Fiumicino - Milano Linate	435.478	45,6%	7	▲ 9
UML - URF	Milano Linate - Roma Fiumicino	435.141	42,4%	8	▲ 7
UCI - UMC	Palermo Punta Raisi - Milano Malpensa	406.348	-17,8%	9	▼ -2
UMC - UCI	Milano Malpensa - Palermo Punta Raisi	403.476	-17,7%	10	▼ -2
UCC - UML	Catania Fontanarossa - Milano Linate	398.048	65,9%	11	▲ 16
UML - UCC	Milano Linate - Catania Fontanarossa	389.825	64,6%	12	▲ 16
UEE - URF	Cagliari Elmas - Roma Fiumicino	361.470	13,8%	13	-
URF - UEE	Roma Fiumicino - Cagliari Elmas	358.757	15,6%	14	-
UMC - URN	Milano Malpensa - Napoli Capodichino	340.575	-17,2%	15	▼ -5
URN - UMC	Napoli Capodichino - Milano Malpensa	340.433	-18,5%	16	▼ -7
LCA - UMC	Lamezia Terme - Milano Malpensa	339.897	-4,3%	17	▼ -6
UMC - LCA	Milano Malpensa - Lamezia Terme	332.690	-3,9%	18	▼ -6
UIPE - UCC	Bologna Borgo Panigale - Catania Fontanarossa	315.812	8,8%	19	▼ -1
URF - UBD	Roma Fiumicino - Bari Palese Macchie	313.813	12,2%	20	▼ -1
UCC - UIPE	Catania Fontanarossa - Bologna Borgo Panigale	313.567	7,6%	21	▼ -4
UBD - URF	Bari Palese Macchie - Roma Fiumicino	310.735	12,0%	22	▼ -2
URN - UML	Napoli Capodichino - Milano Linate	273.127	10,8%	23	▲ 3
UEE - UML	Cagliari Elmas - Milano Linate	272.473	21,0%	24	▲ 9
UML - URN	Milano Linate - Napoli Capodichino	268.475	8,8%	25	-
UML - UEE	Milano Linate - Cagliari Elmas	267.359	21,6%	26	▲ 12
UBD - UMC	Bari Palese Macchie - Milano Malpensa	247.108	-9,1%	27	▼ -5
UMC - UBD	Milano Malpensa - Bari Palese Macchie	247.091	-7,0%	28	▼ -5
UCI - UML	Palermo Punta Raisi - Milano Linate	244.052	43,0%	29	▲ 32
UML - UCI	Milano Linate - Palermo Punta Raisi	243.670	40,1%	30	▲ 24
UBD - UML	Bari Palese Macchie - Milano Linate	235.300	0,0%	31	▼ -2
UML - UBD	Milano Linate - Bari Palese Macchie	225.221	-2,7%	32	▼ -2
URF - UBR	Roma Fiumicino - Brindisi Casale	224.962	15,8%	33	▲ 11
UME - URN	Bergamo Orio al Serio - Napoli Capodichino	223.590	-2,1%	34	▼ -2
UBR - URF	Brindisi Casale - Roma Fiumicino	223.382	12,6%	35	▲ 8
URN - UME	Napoli Capodichino - Bergamo Orio al Serio	222.778	-2,7%	36	▼ -5
UBR - UMC	Brindisi Casale - Milano Malpensa	219.929	-19,2%	37	▼ -16
UPZ - URN	Venezia Tessera - Napoli Capodichino	217.770	-3,2%	38	▼ -4
UMC - UBR	Milano Malpensa - Brindisi Casale	216.266	-18,3%	39	▼ -15
URN - UPZ	Napoli Capodichino - Venezia Tessera	215.793	-3,2%	40	▼ -3
UCC - UPZ	Catania Fontanarossa - Venezia Tessera	211.209	-5,5%	41	▼ -5
UBR - UME	Brindisi Casale - Bergamo Orio al Serio	211.125	12,7%	42	▲ 4
UCI - UME	Palermo Punta Raisi - Bergamo Orio al Serio	208.428	21,6%	43	▲ 15
UME - UCI	Bergamo Orio al Serio - Palermo Punta Raisi	206.788	21,0%	44	▲ 15
UME - UBR	Bergamo Orio al Serio - Brindisi Casale	206.388	10,9%	45	▲ 3
UBD - UME	Bari Palese Macchie - Bergamo Orio al Serio	205.238	-4,4%	46	▼ -6
UPZ - UCC	Venezia Tessera - Catania Fontanarossa	204.910	-8,5%	47	▼ -12
UME - UBD	Bergamo Orio al Serio - Bari Palese Macchie	204.624	-4,8%	48	▼ -9
UEO - URF	Olbia - Roma Fiumicino	200.955	19,0%	49	▲ 15
URF - UEO	Roma Fiumicino - Olbia	195.223	14,9%	50	▲ 12

Tabella 1: Dati ENAC 2023 sulle principali rotte nazionali

Un dato non ripartito tra le due destinazioni finali, ma che possiamo distribuire sulla base di semplici ragionamenti. In primo luogo, assumiamo che tutti i passeggeri degli IG (190.000 annui) sono interessati dalla relazione Sicilia-Roma.

Per quanto riguarda gli IN, essi vanno distribuiti tra la relazione Sicilia-Roma e viceversa e quella Sicilia-Milano e viceversa. Poiché sono ripartiti in 2 coppie da e per Roma ed 1 da e per Milano, a parità di composizione dei convogli appare verosimile poter suddividere i passeggeri proporzionalmente tra le due relazioni, ottenendo:

- Sicilia-Roma a/r: $320.000 \times 2/3 = 213.333$
- Sicilia-Milano a/r: $320.000 \times 1/3 = 106.667$

Questi valori sono confrontati con i più recenti dati sul trasporto aereo, onde stimare la ripartizione modale degli spostamenti Sicilia/Continente fra treno ed aereo. A questo scopo sono stati utilizzati i dati ENAC dell'ultima annualità completa disponibile, quella del 2023, selezionando i voli da e per i due aeroporti principali della Sicilia (Palermo e Catania) sugli aeroporti di Roma (Fiumicino e Ciampino) e Milano (Malpensa, Linate, Orio al Serio). Le destinazioni sono state scelte per analogia ai dati disponibili per il treno, trascurando le rotte per altre destinazioni, pur se potrebbero essere interessate da tali flussi.

Tale metodologia è **prudenziale**: il dato risultante è certamente

te inferiore a quello che si otterrebbe applicando il transfert modale a tutte le destinazioni possibili (ad es. Napoli, Firenze, Bologna, Torino) che comunque saranno interessate dalle relazioni Sicilia-Continente, incrementando le percorrenze dirette da e per Milano o Roma. Ciò in quanto non siamo riusciti a ottenere da Trenitalia tutti i dati necessari.

Metodologia di stima

Dai valori dei flussi ferroviari ottenuti e da quelli dei flussi aerei disponibili si è quindi ottenuto il seguente quadro riepilogativo dell'attuale situazione. Si noti che i tempi di percorrenza relativi all'aereo sono quelli di spostamento da centro a centro cittadino, ovvero quelli percepiti realmente dall'utente. Essi considerano i tempi di spostamento dalla città all'aeroporto (e viceversa), nonché i trasferimenti interni alle aerostazioni, i tempi di controllo e di imbarco. Su Milano si è considerata, oltre alla maggiore durata del volo, la rilevante lunghezza dello spostamento aeroporto-centro città, visto che consideriamo anche aeroporti come Malpensa ed Orio al Serio, molto distanti dal centro cittadino, il cui apporto in termini di flusso supera il 70%.

		Tempo percorrenza h	Costo tempo	Costo viaggio	Totale costo trasporto
PA-RM	AEREO	4,5	135,00 €	65,00 €	200,00 €
	TRENO	11,0	330,00 €	50,00 €	380,00 €
CT-RM	AEREO	4,5	135,00 €	65,00 €	200,00 €
	TRENO	10,0	300,00 €	50,00 €	350,00 €
PA-MI	AEREO	6,0	180,00 €	80,00 €	260,00 €
	TRENO	21,2	636,00 €	60,00 €	696,00 €
CT-MI	AEREO	6,0	180,00 €	80,00 €	260,00 €
	TRENO	19,3	579,00 €	60,00 €	639,00 €

Per stimare la condizione *post-operam*, ovvero con il **collegamento stabile sullo Stretto** realizzato ed una linea ferroviaria AV/AC, in parte effettiva e in parte light, disponibile su tutto l’asse PA-CT-ME-RM-MI, si è impostato un modello di ripartizione modale del tipo LOGIT. Tale modello, come è noto, prende spunto dai costi sostenuti per gli spostamenti considerati nel grafo-tipo, che danno luogo ad una ripartizione tra i diversi modi di trasporto considerati, che nel caso in esame sono due.

Situazione Attuale (2023)			
Tratta	Mezzo	Passeggeri annui	Ripartizione modale
PA-RM	AEREO	697.472	87%
	TRENO	100.833	13%
CT-RM	AEREO	790.704	89%
	TRENO	100.833	11%
PA-MI	AEREO	858.828	97%
	TRENO	26.667	3%
CT-MI	AEREO	1.127.020	98%
	TRENO	26.667	2%
Totale spost.		3.729.024	

Come già detto in premessa, abbiamo appositamente trascurato altri vettori, che comunque potrebbero essere presi in considerazione ma che renderebbero meno puntuale questo saggio in quanto sul loro numero intervengono fattori più opinabili. Si pensi all’automobile – ribadiamo che trattiamo il caso del traffico passeggeri, non del trasporto merci – che, su percorsi di 800/900 km, anche sulla relazione più breve (Catania-Roma), non può essere un concorrente molto attrattivo rispetto ai due vettori considerati. Un contributo più interessante potrebbe essere ottenuto dal traghettamento operante tra le due città siciliane considerate e diverse destinazioni continentali (Genova e Napoli) ma anche in questo caso decidiamo di trascurare tale contributo in via prudenziale.

$$P_1 = \frac{\exp\{-\lambda C_1\}}{\exp\{-\lambda C_1\} + \exp\{-\lambda(C_2 + \delta)\}}$$

$$P_2 = 1 - P_1 = \frac{\exp\{-\lambda(C_2 + \delta - C_1)\}}{1 + \exp\{-\lambda(C_2 + \delta - C_1)\}}$$

Equazioni alla base del modello di ripartizione modale Logit tra due vettori, con C_1 e C_2 costi dei due vettori, λ parametro di calibrazione

Il modello va applicato, una volta definiti tutti i parametri, alla situazione *post-operam* ma va calibrato con un’apposita applicazione alla situazione *pro-ante*. Di questa, a differenza della prima, sono noti i risultati (i flussi attuali e la loro ripartizione modale) e ciò consente di definire per il modello l’unica incognita, nel fattore λ . Nell’applicazione alla situazione *post operam* si avrà quindi a disposizione un’equazione bilanciata con il fattore λ noto, e si potranno quindi individuare i fattori di ripartizione modale cercati. Si hanno quindi a disposizione i seguenti costi di viaggio, ottenuti dai fattori:

1. Costo del ticket
2. Tempo impiegato per lo spostamento completo da centro a centro città

Il primo fattore è rilevato dai costi attuali dei vettori considerati, riproposti per il futuro. Eventuali incrementi, che sicuramente intervengono nel tempo intercorrente all’apertura delle tratte (*previsione2032*) per le normali spinte inflattive, vengono considerate equivalenti tra i vettori considerati. Per gli aerei si ripropongono quindi i costi di viaggio stimati per la situazione *pro-ante* mentre per il treno si considera il prezzo attuale del biglietto di un’offerta Frecciarossa su una percorrenza simile. Si consideri che il valore fissato è una media di un campione molto variabile che, nell’offerta Trenitalia, in maniera ormai assimilabile a quella dei vettori aerei, tiene conto della variazione indotte da appositi algoritmi sulla base della domanda presente. Si noti che si sono considerati invarianti i fattori 1, mentre cambiano i fattori 2 in virtù dei minori tempi stimati per le relazioni trattate. I tempi sono monetizzati sulla base della paga oraria media rilevata sul mercato, che risulta nel 2022 pari a 29,4 €, arrotondata a 30 € per tutti i vettori considerati. Nello specifico, si considera per le relazioni ferroviarie un tempo di percorrenza pari a 4h 30’ (4,5 in termini decimali, in tabella), da Roma a Catania e viceversa ed 8 ore da Milano a Catania e viceversa; i tempi da e per Palermo sono ricavati aggiungendo a questi valori il tempo di percorrenza di progetto della linea Palermo-Catania in fase di costruzione (la cui entrata in esercizio è prevista per il 2029) pari a 1h 45’. Si stimano di conseguenza 6h 15’ per la Palermo-Roma e 9h 45’ per la Palermo-Milano. Si determina quindi come somma di questi fattori il **costo totale del trasporto** del vettore che, sulla base del modello Logit, definisce la ripartizione modale.

Risultati della stima

Previa calibrazione del modello, sulla base dei dati sopra riportati e delle condizioni *pro-ante*, sono state effettuate le stime della domanda *post operam*, confrontata con quella attuale a dati 2023. Come si può notare, la ripartizione modale cambia radicalmente, con un netto miglioramento dell’aliquota assegnata al treno che, sulla relazione Catania-Roma supera il 50% degli spostamenti totali. Rimane comprensibilmente sbilanciata verso l’aereo la ripartizione sulle tratte da e per Milano, ma con un incremento affatto trascurabile del mezzo ferroviario: in totale, la stima dei cambiamenti di vettore, su base annua, supera il milione di unità.

Situazione a Ponte realizzato (anno 2032)

Relazione	Vettore	Tempo percorrenza h	Costo tempo	Costo viaggio	Totale costo trasporto
PA-RM	AEREO	4,5	135,00 €	65,00 €	200,00 €
	TRENO	6,3	187,50 €	65,00 €	252,50 €
CT-RM	AEREO	4,5	135,00 €	65,00 €	200,00 €
	TRENO	4,5	135,00 €	65,00 €	200,00 €
PA-MI	AEREO	6,0	180,00 €	80,00 €	260,00 €
	TRENO	9,8	292,50 €	70,00 €	362,50 €
CT-MI	AEREO	6,0	180,00 €	80,00 €	260,00 €
	TRENO	8,0	240,00 €	70,00 €	310,00 €

		Situazione Attuale (2023)		Situazione simulata a Ponte attivo		
Tratta	Mezzo	Passeggeri annui	Ripartizione modale	Passeggeri annui	Ripartizione modale	DIFF.+/-
PA-RM	AEREO	697.472	87%	487.477	61%	- 209.995
	TRENO	100.833	13%	310.829	39%	209.995
CT-RM	AEREO	790.704	89%	405.757	46%	- 384.947
	TRENO	100.833	11%	485.780	54%	384.947
PA-MI	AEREO	858.828	97%	685.212	77%	- 173.616
	TRENO	26.667	3%	200.282	23%	173.616
CT-MI	AEREO	1.127.020	98%	744.885	65%	- 382.135
	TRENO	26.667	2%	408.802	35%	382.135
Totale spost.		3.729.024		3.729.024	tot cambi vettore	1.150.693

La domanda stimata permette di ipotizzare configurazione possibile del servizio ferroviario da proporre alla clientela, prendendo come composizione-tipo quella del **Frecciarossa 1000**, capace di **457 posti a sedere**. Un’offerta per treno pressoché doppia rispetto ai convogli intercity oggi disponibili.

Attuale offerta			Offerta post operam	
Composizione convogli			Composizione convogli	
INTERCITY Giorno (ID)	266 posti		FRECCIAROSSA 1000:	457 POSTI
INTERCITY Notte (IN)	216 posti			
coppie di treni			coppie di treni	
tratta	ID	IN		
PA-RM ID	2	2	PA-CT-RM	9
SR-RM ID	2	2		
PA-MI IN		1	PA-CT-MI	7
SR-MI IN		1		
tot x continente	4	6	tot coppie da e per continente	16
ritorno da contin.	4	6		
TOT treni	8	12		
tot treni/giorno offerti	20		tot treni/giorno offerti	32
POSTI G. OFFERTI	4.920		POSTI G. OFFERTI	14.624
Domanda attuale	1.417		Domanda stimata	7.809
tasso riempimento	29%		tasso riempimento	53%
			rapp domanda futura/attuale:	5,51

Facciamo subito rilevare che successivamente all’entrata in esercizio del Ponte sullo Stretto ed all’asse ferroviario completo, la domanda attuale verrebbe più che quintuplicata: **7.800 viaggiatori giornalieri** contro gli attuali stimati 1.400 in media. Il numero dei convogli è ottenuto dalla capienza massima di un convoglio tipo Frecciarossa 1000 con tasso di riempimento medio dei convogli al 53%. Un valore alto, se si considera che la media Trenitalia è del 35% e sulle attuali relazioni Sicilia-Continente è del 29%. Tuttavia tale valore consente, sempre su fattori medi, di mantenere un residuo di posti occupabili da passeggeri raccolti nelle fermate intermedie. In tal senso è particolarmente rilevante l’apporto di città come Messina, che non viene considerata nel dato Trenitalia che si ricava solo dai servizi Intercity da e per la Sicilia in quanto, com’è noto, i viaggiatori da Messina verso il centro-nord dell’Italia continentale utilizzano molto raramente questi treni in quanto li costringerebbero a un lungo traghettamento. Hanno, invece, la possibilità, molto sfruttata, di trasferirsi in aliscafo a Villa S.G. dove possono accedere ai treni AV, sia Frecciarossa che Italo. Anche in questo caso, quindi, si è in presenza di un fattore che incrementa la domanda e che dovrebbe essere considerato in proporzione all’utenza oggi presente, il cui dato, però, non è disponibile. Ne risulta, pertanto, che lo stesso fattore di riempimento ipotizzato è prudenziale, e andrebbe incrementato almeno fino al 70/75%. Percentuali molto alte in considerazione delle punte di traffico che imporrebbero, in condizioni particolari (giornate di flusso particolarmente alto, festività), un aumento non indifferente dell’offerta sopra stimata.

Altra precisazione da fare riguarda il tempo di percorrenza ferroviario da e verso la Sicilia, dopo l’apertura al traffico del Ponte (prevista nel 2032) che beneficerebbe anche della nuova linea Salerno-Reggio Calabria ad Alta Velocità (che dovrebbe precedere il Ponte di due anni). I tempi di percorrenza adottati nella simulazione risultano sovrastimati di 20-30 minuti rispetto alle previsioni progettuali relative ai tempi di percorrenza ottenibili con la nuova linea AV completamente in esercizio a sud di Salerno.

Inoltre, non abbiamo preso in considerazione il raddoppio della Palermo-Messina lungo la costa tirrenica (attualmente in progettazione) che ridurrebbe drasticamente i tempi di percorrenza da e per Palermo. Nella simulazione si conferma la previsione RFI di utilizzare la nuova linea ad Alta Capacità per andare dalla capitale della Regione alla Città del Ponte, passando per Catania ed allungando notevolmente il tragitto.

In altre parole, ci sono ulteriori margini di riduzione dei tempi di percorrenza e conseguente crescita del numero di passeggeri prevedibili.

La stima di 32 convogli al giorno, ovvero 16 coppie (andata+ritorno) di treni sulla relazione Sicilia-continente (di cui 9 sulla relazione PA-CT-RM e 7 sulla PA-CT-MI), rispetto alle 10 coppie complessive oggi in servizio, offre vantaggi che vanno molto al di là della semplice differenza tra questi due fattori, per i seguenti motivi:

- la capienza pressoché doppia dei Freccia rispetto agli Intercity, sia nella versione giorno che in quella notte; si sottolinea che tale capienza è praticamente impossibile da ottenere con l’attuale configurazione del servizio a causa delle note limitazioni dovute al traghettamento delle due sezioni provenienti da Palermo e da Siracusa (e viceversa). Potrebbe essere possibile soltanto per gli ICG ma operando con la nave a pieno carico ed allungando le già lunghe manovre di collocazione delle carrozze all’interno della nave.
- Non è più necessaria la suddivisione dei convogli lungo le due linee percorse attualmente: la Palermo-Messina (tirrenica) e la Messina-Catania (ionica). Anziché 5 coppie di treni al giorno su ciascuna “antenna” se ne avrebbero 15 su tutto l’asse PA-CT-ME. Oltre al risparmio nei tempi di manovra.

Quanto sopra comporta la possibilità di soddisfare un’utenza più che quintuplicata, con una offerta di posti che è poco meno di 3 volte quella attuale. Un notevole risparmio di risorse, quindi, per passeggero trasportato, oltre che per emissioni inquinanti, come vedremo nel seguito.

Riduzione delle emissioni

A tal proposito, possiamo valutare positivamente la riduzione di emissioni in ambiente causata dalla diversa ripartizione modale che, spostando i viaggiatori che oggi utilizzano l’aereo su un vettore, il treno, che inquina circa 7 volte meno per passeggero trasportato e km percorso, comporta risultati molto positivi.

Modalità di trasporto	Fattore di emissione	Fonte
Treno	19 grammi di emissioni di CO2e durante il ciclo di vita per passeggero-chilometro	Secondo l'AIE ↗
Aereo	123 grammi di emissioni di CO2e durante il ciclo di vita per passeggero-chilometro	Secondo l'AIE ↗
Auto (piccola/media)	148 grammi di emissioni di CO2e durante il ciclo di vita per passeggero-chilometro	Secondo l'AIE ↗

A conti fatti, considerando il transfert modale stimato su base annua, e le lunghezze delle relative tratte, si perviene ad un dato complessivo di riduzione delle emissioni pari a circa 161.000 tonnellate di CO₂ equivalente l’anno, come da tabella riepilogativa che segue.

	AEREO	TRENO	Differenza emissioni X pax	Differenza pax nelle due direzioni	Differenza tonnellate CO2e
Kg. co2 x pax/km	0,123	0,019			
PA-ROMA KM	410	930			
EMISSIONI kg co2 pax	50,43	17,67	-32,76	419.991	- 13.759
CT-RM km	547	692			
EMISSIONI kg co2 pax	67,281	13,15	-54,133	769.893	- 41.677
PA-MI	870	1490			
EMISSIONI kg co2 pax	107,01	28,31	-78,7	347.232	- 27.327
CT-MI	1024	1252			
EMISSIONI kg co2 pax	125,95	23,79	-102,164	764.270	- 78.081
Minori emissioni annue			- 160.844	tonn CO2e	

Conclusioni

La realizzazione del Ponte sullo Stretto di Messina ed il programma di velocizzazione dei principali assi ferroviari a sud di Salerno, avviato da Rfi in coerenza con le richieste dell’Ue, oltre a procurare enormi benefici agli utenti, abbatte le emissioni climalteranti (CO₂) e inquinanti (Ossidi di Azoto, Zolfo, Particolato e altro) – quest’ultime non valutate in questo studio ma assolutamente conseguenti -, avvia la progressiva riduzione del costo dell’insularità sostenuto dalla regione siciliana, rilancia l’economia di due regioni (Calabria e Sicilia) colpevolmente marginalizzate dai governi nazionali degli ultimi decenni (con gravi ed evidenti conseguenze per l’intera economia nazionale) e inevitabilmente frena o addirittura inverte il grave esodo demografico che affligge il Meridione. •

Feng Shui: il ponte antico tra Spazio e Salute Architettura del Benessere centrata sulla persona

Silvia Ruffilli

Il Feng Shui, nasce 5.000 anni fa in Cina, è la disciplina che spiega gli effetti psico-fisico-emozionali comportamentali che l'ambiente naturale e costruito produce sull'essere umano.

È il "ponte" antico che spiega in che modo la qualità dello spazio, in cui l'uomo vive, lavora e si muove, condiziona la qualità della sua salute e della sua vita. È il "ponte antico" tra Architettura, Psicologia e Neuroscienze per progettare, arredare e organizzare uno Spazio Empatico.

Le origini e il significato

Lo studio delle relazioni tra l'uomo e l'ambiente non è un'esclusiva della società cinese, in ogni antica civiltà c'è sempre stato lo studio del territorio per individuare la posizione ottimale per insediare le città o costruire particolari edifici. In fondo, anche la civiltà romana, con il suo "Genius Loci", voleva conferire autorevolezza e sacralità ad un luogo più vantaggioso di altri, per la sopravvivenza e la vita dell'essere umano. Per motivi storici e culturali la società cinese, nei millenni, è riuscita a portare avanti tutta questa sua antica conoscenza.

Purtroppo, negli anni in cui il Feng Shui arrivò in occidente, i primi consulenti lo hanno fatto passare come una pratica magica o esoterica, cercando di trarne subito un profitto commerciale, banalizzando questa profonda disciplina come una semplice "moda Feng Shui". Praticare Feng Shui non significa, come molti luoghi comuni riportano, riempirsi la casa con mobili e oggetti cinesi o mettere fontanelle, campanellini dentro casa, o avere la testata del letto a Nord o peggio ancora seguire delle becere predizioni astrologiche cinesi!!!

Costruire, progettare e arredare con il Feng Shui significa tralasciare le credenze e le superstizioni popolari e decodificare e interpretare l'ambiente, prima esterno poi interno all'abitazione o luogo di lavoro o quartiere, affinché gli elementi concreti in esso presenti possano stimolare nelle persone che vi abitano sensazioni di agio, sicurezza e distensione, per ridurre il livello di stress, regolando lo stato umorale e rafforzare il sistema immunitario, garantendo un riposo di qualità.

Feng significa "vento" e Shui significa "acqua", questi sono i due elementi principali che in Natura modellano il paesaggio e che, archetipicamente secondo l'antica cultura cinese, sono associati alla gioia, salute e prosperità.

In un territorio in cui sono presenti e in armonia tra loro, il vento (che trasporti i semi delle piante) e l'acqua (che li nutre), ci sono le condizioni per creare abbondanza, portare stabilità e sviluppare la vita e la società in modo positivo e favorevole, garantendo il rispetto della Natura che la ospita.

Il Feng Shui si basa sulla conoscenza e applicazione ai luoghi del vivere e dell'abitare del Concetto di Qi, della Teoria dello Yin/Yang e della Teoria dei 5 Elementi, dottrine fondamentali alla base della **Medicina Tradizionale Cinese**, le stesse teorie a cui attinge il Sistema dei Meridiani, che viene studiato dai medici

che in Italia vogliono praticare l'Agopuntura. Ad oggi ci sono più di 44.000 ricerche scientifiche pubblicate su PUBMED che provano la scientificità dell'agopuntura, in relazione alle terapie convenzionali.

La casa, per il Feng Shui, è considerata come un organismo, in cui la mente, le emozioni e la fisiologia dei suoi abitanti si proiettano in uno spazio circoscritto, come una seconda pelle. Si sceglie una casa perché si sente che ci assomiglia (facendo da specchio, riflette e rappresenta chi siamo, validando così l'identità interiore e gli aspetti psico-somatici)

Il Feng Shui sta alla casa, come l'Agopuntura sta al corpo. Come il Feng Shui ha un percorso di studi a parte, rispetto alla facoltà di Architettura, l'Agopuntura ha un percorso di studi tutto suo rispetto alla facoltà di Medicina.

Purtroppo le ciarlatanerie di basso marketing che hanno inquinato il Feng Shui hanno privato di autorevolezza questa disciplina, diversamente dall'Agopuntura (arrivata in occidente molto tempo prima) a cui ora molti medici si aprono perché hanno compreso l'indissolubile rapporto tra Mente e Corpo.

Il Feng Shui è quella parte della Medicina Tradizionale Cinese che favorisce e sostiene il benessere e la longevità della persona agendo sulla qualità ambientale (esterna ed interna) dello spazio in cui essa vive e lavora.

Il suo obiettivo è ripristinare il generale stato di forma psico-fisica-emotiva della persona, in quanto il corpo risponde con una reazione biochimica interna (attivata dall'apparato nervoso, endocrino e immunologico) agli stimoli concreti presenti nello spazio abitativo e recepiti dal sistema sensoriale, a cui segue una risposta cognitivo-comportamentale.

Spazio e Salute: definiamo i contesti

Quando si parla di spazio naturale e costruito è intuitivo comprendere a cosa ci si riferisce: i luoghi residenziali, i luoghi di lavoro (uffici, negozi ecc.), di cura, di ricettività, di ristorazione, di apprendimento, di svago; i luoghi urbani, sociali, istituzionali della città; la natura selvaggia e quella più antropizzata ecc. in pratica tutto l'ambiente in cui ci muoviamo per le nostre necessità e il nostro movimento dona vita e anima i luoghi stessi.

Quando si parla di salute invece cosa intende? L'OMS nella sua Costituzione fornisce la definizione di salute come: "uno stato di totale benessere fisico, mentale e sociale" e non semplicemente "assenza di malattie o infermità". Per molte persone la salute è soprattutto una questione di non avere dolori fisici poi per il resto la vita si gioca in difensiva, ciò che accade è scritto nel destino; per altre persone la salute è star bene con se stessi, ma poi non sanno come fare e quali strumenti adottare per realizzare queste condizioni e vivono frustrati e insoddisfatti, in balia di pensieri mal gestiti ed emozioni incomprese.

Millenni di osservazione dei comportamenti umani è il modo empirico e fenomenologico con cui Medicina Cinese ha proceduto per le sue inferenze offrendoci la visione olistica della salute fornendo strumenti concreti (seppur distanti dalle pratiche occidentali di

salute) per mantenersi longevi e a lungo. D'altronde 5000 anni fa non c'erano gli strumenti e la tecnologia per eseguire degli esperimenti scientifici così come li intendiamo oggi.

Medicina Cinese è una medicina non convenzionale, preventiva e sistemica. Stare bene significa adottare uno stile di vita capace di mantenere un equilibrio dinamico tra i 4 pilastri del Benessere del Sistema Biologico Umano, Corpo – Mente – Spazio – Emozioni, durante lo scorrere dei mutamenti della vita nel tempo. La persona è l'unica e la sola responsabile del suo stato di salute. Per ogni disturbo che si manifesta si ricerca la causa e non si tampona il sintomo. I medici agopuntori lo sanno benissimo.

Salute, intesa quindi a livello olistico, in un equilibrio ed armonia di Consapevolezza degli Aspetti Psichici – Gestione dell'intelligenza Emotiva – Ascolto del Corpo – Qualità Ambientale – Risposte Comportamentali; salute che deriva dalla soddisfazione di bisogni pratici e psico-emotivi profondi della persona. Materia ed Energetica (come già sosteneva Einstein e come ha dimostrato la fisica quantistica) per Medicina Cinese sono Indivisibili e Indissolubili, dove per Materia si intende il corpo e lo spazio costruito e per Energetica si intende la somma della qualità della frequenza dei pensieri e dell'attività mentale e delle emozioni percepite. Infatti dalle teorie di Medicina Cinese, unitamente a quelle di

Medicina Ippocratica, discende l'attuale approccio della Medicina Psicosomatica, che collega la dimensione psichica della persona alla manifestazione somatica-fisica, laddove Cartesio nel '600 aveva diviso questi due aspetti per poter continuare, ai tempi dell'Inquisizione, i suoi studi medici, senza entrare negli aspetti dell'anima. Dissociazione che ancora oggi viene tenuta alta dalla tecnologia che allontana dall'ascolto del corpo, dal sentire e pensare col corpo, luogo dove la mente si incarna.

Il Feng Shui grazie al preciso e dettagliato Sistema di Corrispondenze della Teoria dei 5 Elementi (Legno-Fuoco-Terra-Metallo-Acqua) e Teoria dello Yin-Yang, applicate e studiate ai luoghi dell'abitare e del vivere, è capace di spiegare il collegamento tra BISOGNI-PSICHE-EMOZIONI-SOMA-AMBIENTECOMPORTAMENTI, individuando sia come gli elementi concreti dello spazio influenzano la parte intangibile della persona, sia come la persona a sua volta plasma l'ambiente per dare forma fisica alla sua identità interiore per validarsi.

Abitare uno spazio significa Abitare se stessi. La casa racconta profondamente chi siamo.

Uno stile di vita condotto con un assetto personale rigido e contratto tende a volersi riconoscere in spazi rigidi e freddi; essere costantemente in una condizione mentale di attivazione e iperattività, richiama la necessità di creare ambienti molto dinamici, senza spazi per la rigenerazione; fasi di chiusura interna si manifestano con la volontà di abbassare la luminosità degli ambienti. Lavorare sull'organizzazione dello spazio abitativo, sull'atmosfera estetica degli ambienti, sui colori, materiali ecc... permette di realizzare un progetto capace di riequilibrare i bisogni della persona.

Analogo ragionamento si fa per la progettazione urbana perché come la persona sta alla casa, la comunità sta alla città e la relazione che si instaura è la medesima perché è un discorso che lega l'essere umano al suo luogo ad un livello più profondo. Anche una comunità ha bisogni intangibili che l'ambiente urbano costruito e naturale possono soddisfare: il bisogno di sicurezza, controllo, appartenenza, realizzazione ecc...

Dialogo Spazio - Corpo: uno Spazio Empatico

Ci sono luoghi e ambienti che favoriscono sensazioni di benessere, distensione psico-fisico e controllo e altri che suscitano sensazioni di allerta, disagio, impazienza. In entrambi i casi il tuo assetto Psico-Fisiologica cambia e si esprimerà in modo diverso attraverso il respiro, il battito cardiaco, la temperatura corporea, la postura, i gesti, la modulazione della voce ecc... manifestando, in modo non verbale, l'emozione che stai provando.

L'umana esperienza dell'architettura si esperisce con il corpo. Il corpo percepisce, sente e comprende l'architettura. Il Feng Shui è l'ascolto del tuo corpo nello spazio in cui ti muovi, vivi e lavori.

Cos'è accaduto? Come è avvenuto questo processo? Quali sono gli elementi dello spazio, che recepiti dal tuo sistema sensoriale (collegato direttamente al sistema limbico), hanno innescato questa reazione biochimica interna al corpo?

Gli elementi concreti e tangibili coinvolti in questo dialogo tra ambiente e corpo intervengono dalla progettazione tecnica (già a livello di progetto planimetrico), fino alla definizione dello stile dell'ambiente con la progettazione d'interni e nell'organizzazione dello spazio. Essi sono:

- la forma della planimetria;
 - la distribuzione delle funzioni abitative;
 - la facilità e fluidità di passare da una stanza all'altra;
 - la modalità in cui il corpo si muove tra le stanze, seguendo i percorsi progettati a livello planimetrico ecc.;
 - elementi naturali o artificiali esterni ed interni;
 - i colori (alle pareti, nell'arredo o altrove ecc.);
 - la tipologia e i livelli di illuminazione scelta per le stanze (generale, da lavoro o di atmosfera, a sospensione, a soffitto, a terra ecc.);
 - la tipologia di arredamento e della mobilia (lo stile dell'arredo);
 - la tipologia di finiture e materiali scelti per il rivestimento, pavimento, arredo ecc.;
 - la tipologia delle forme presenti o da inserire (es. forme rotonde, quadrate, spigolose, triangolari, allungate giusto per fare qualche esempio);
 - la tipologia delle immagini, delle idee decor e affini;
 - la qualità della temperatura;
 - la presenza di odori;
 - la presenza di rumori;
 - la presenza e la proporzione di parti aperte-e-chiuse (porte, finestre, portali, nicchie ecc.. per esempio);
 - la proporzione dei volumi pieni-e-vuoti (soffitti molto alti o bassi, zone troppo piene o troppo spoglie ecc.);
 - la presenza di ordine (o troppo ordine che rasenta la perfezione), disordine, accumuli, ecc;
- per citarne giusto alcuni.

Entrando in uno spazio i recettori dei 5 sensi captano tutti gli elementi analogici, che normalmente sono mixati tra loro e "invia" un messaggio al sistema limbico (a cui è direttamente collegato), il quale lo processa e risponde con una reazione biochimica at-

traverso l'attivazione dei tre principali apparati umani: nervoso – endocrino –immunologico. Questa reazione è di distensione (e ti senti a tuo agio, al sicuro, con il controllo della situazione, più disponibile al dialogo e all'ascolto) o di contrazione (il tuo inconscio sta in allerta, sul chi va là, pronto a farti scappare o a combattere in quanto percepisce un'ostilità che minaccia la tua "sopravvivenza").

Riassumendo: lo Spazio è in grado di condizionare la tua Fisiologia e suscitare in te Stati Emozionali differenti che a cascata si manifestano in una sensazione Corporea e in scelte Comportamentali.

Feng Shui e Salute

Il Feng Shui e l'Architettura del Benessere si compie attraverso la progettazione tecnica e d'interni degli spazi, dallo studio della planimetria allo stile dell'ambiente e riesce a collegare la qualità dello spazio alla qualità della salute attraverso **due macro ambiti del benessere:**

1. **RIDUZIONE DEL SISTEMA DI STRESS E RIGENERATIVITA'** attraverso una progettazione tecnica e stilistica dello spazio che (ri-)conosca il dialogo tra spazio e corpo e utilizzi le modalità appropriate per predisporre in modo corretto gli elementi analogici di cui sopra (luci, colori, forme, materiali, pieni-e-vuoti, aperti-e-chiusi ecc...) evitando combinazioni errate che mettono in stato di vigilanza la parte limbica (in particolare l' amigdala e l'ipotalamo) della persona e dunque mantenendo un senso di agio e distensione che riduce lo stress inconscio di allerta (che sia vera o solo evocata). Lo spazio costruito diventa così un regolatore emotivo.
2. **RAFFORZAMENTO DEL SISTEMA IMMUNITARIO-ENDOCRINO E DEL CICLO CIRCADIANO** attraverso una progettazione tecnica e stilistica precisa e attenta della camera da letto, e sai perché? Perché questi apparati biologici e funzionali si rafforzano e rigenerano attraverso il riposo di qualità. Nell'antica civiltà cinese l'Imperatore poteva contare solo sulla sua sudditanza per l'espansione del suo potere economico e territoriale, per questo aveva bisogno di un popolo forte e sano. I medici venivano pagati solo in relazione al numero delle persone guarite, diversamente si ritenevano incapaci di svolgere il loro lavoro.

Il Tao dell'Abitare tra Medicina Cinese e Feng Shui, Psicologia Ambientale, Neuroscienze e Architettura

Le recenti ricerche Neuroscientifiche hanno "sbirciato" il cervello quando è al lavoro, grazie alle tecniche di Neuroimaging, e hanno scoperto in che modo esso processa ed elabora gli stimoli interni e ambientali con cui viene a contatto. Ad oggi ci sono numerosi filoni di ricerca, in particolare la PNEI e l'Epigenetica offrono collegamenti preziosi alla visione olistica della salute e al rapporto tra ambiente e salute.

La **PNEI**, acronimo di Psico-Neuro-Endocrino-Immunologia, è la scienza che studia le relazioni bidirezionali tra fra le dinamiche psico-emotivo e i sistemi biologici quali: sistema nervoso, sistema endocrino e sistema immunitario, apparati dell'uomo che vengono stimolati e allertati in base a stimoli ricevuti anche dall'esterno.¹

Il Sistema PNEI è dunque un sistema a rete, scoperto con prove di laboratorio negli anni '70 dalla famosa neuro scienziata e ricercatrice farmacologa Candace Pert. Nel suo meraviglioso libro

¹ <https://sipnei.it/cosa-la-pnei/>. Per ulteriori approfondimenti e al riferimento bibliografico scientifico "Epigenetica e Psico-neuro-endocrino-immunologia" di Francesco Bottaccioli Ed. Edra.

"Molecole di Emozioni", la Pert spiega la scoperta dei neuropeptidi e dei recettori e di tutto ciò che a livello biochimico viene prodotto dal corpo a fronte di stimoli psichici ed emotivi vissuti.

La mente è in ogni cellula del corpo. La mente è incarnata. E tutta la disciplina e le ricerche della Teoria dell'Embodiment portano avanti questo concetto.

Lo Spazio suscita stati d'animo, agendo a livello emozionale e comportamentale, dunque diventa un attivatore del Sistema PNEI.

Quindi l'architettura è un'esperienza ad alto impatto percettivo che agisce sull'attività nervosa e dunque stimola la produzione di contenuti mentali (processi cognitivi), influenza i comportamenti e condiziona i processi fisiologici e dunque la percezione del livello di benessere e salute.

La persona dal canto suo ha bisogno di validare la sua identità interiore attraverso il rispecchiamento nell'ambiente costruito, per questo proietta se stessa nell'architettura stessa (sia come scelta architettonica sia come atmosfera d'interni) attivando anche a livello neurologico il "meccanismo specchio".

L'**Epigenetica** è la disciplina che studia le modificazioni nell'espressione genica, non causate da cambiamenti della sequenza del DNA. E' lo studio di quelle variazioni nell'espressione dei nostri geni, che non sono provocate da vere e proprie mutazioni genetiche, ma da parte dell'ambiente e dei comportamenti e che possono influenzare il rischio di malattie di un individuo e possono essere essere ereditabili, ciò trasmessi da genitori a figli.

Una modificazione epigenetica può avere luogo in risposta a stimoli ambientali esterni che riguardano, appunto, l'ambiente che ci circonda, il nostro stile di vita (compresa l'alimentazione, l'esercizio fisico, esposizione a sostanze chimiche, l'età ecc...) e il nostro stato di salute. In un certo senso, una modificazione epigenetica può essere intesa come un cambiamento adattativo operato dalle cellule.²

Quindi non conta solo ciò che è scritto nei nostri geni di partenza, ereditati dai nostri genitori, conta anche e soprattutto, la sovrascrittura che avviene in questi geni di base attraverso il nostro stile di vita: quello che facciamo, come mangiamo, se facciamo esercizio fisico, come gestiamo le emozioni, se dormiamo adeguatamente, come ci rapportiamo con gli altri, se viviamo in uno spazio salubre o meno; tutto questo viene scritto come nuovi appunti sull'espressione genica in dotazione.

Lo spazio di casa e di lavoro, in cui viviamo, lavoriamo e dormiamo, diventa parte importante per creare condizioni favorevoli finalizzate a lasciare "appunti genici" positivi e favorevoli al benessere fisico – psichico – emozionale.

² Per ulteriori approfondimenti: link <https://www.my-personaltrainer.it/benessere/epigenetica.html> con un articolo per i "non addetti ai lavori" e un paio di riferimenti bibliografici scientifico: "Epigenetica e Psico-neuro-endocrino-immunologia" di Francesco Bottaccioli Ed. Edra e "Meditazione, Psiche e Cervello" di F. Bottaccioli e A. Carosella Ed. Tecniche Nuove.

Accanto alle Neuroscienze applicate all'Architettura che spiegano cosa accade al livello anatomofisiologico quando il cervello interagisce con determinate caratteristiche fisiche dei luoghi, c'è la **Psicologia Ambientale** che, attraverso *ricerche sistematiche e studi sperimentali*, studia gli effetti dell'interazione reciproca tra uomo-ambiente, cioè come l'ambiente influenza la mente e i comportamenti umani e viceversa come l'uomo con il suo modo di agire e le sue scelte modifica l'ambiente. Le ricerche coinvolgono i differenti luoghi della vita: la scuola, le residenze per anziani, gli spazi abitativi e lavorativi ecc. Si focalizzano soprattutto sul ruolo della Biofilia e la progettazione rigenerativa, sull'analisi degli stressor ambientali, sul contributo della psicologia ambientale alla progettazione urbanistica, la progettazione partecipata e progettazione architettonica.

Architettura tradizionale Vs architettura con il Feng Shui

"L'architettura che ha terminato di parlare all'anima e non parla più nemmeno al corpo si chiama costruzione".

Olivier Marc

L'importanza di progettare e realizzare spazi supportivi di rigenerazione psico-fisiologica, capaci di condizionare il benessere, favorire processi di guarigione, di rimodulare i comportamenti e soddisfare i bisogni psico-emotivi è sottovalutata da numerosi tecnici, designer, arredatori, ecc.

Purtroppo si assiste ad uno "scollamento" tra Architettura e Benessere dell'utente finale, quali le possibili cause? Vediamo tre spunti di riflessione:

1. La mancata valutazione successiva al progetto del rapporto tra Spazio e Salute. Molti architetti tradizionali non si preoccupano di fare verifiche post occupazioni della capacità dei progetti di soddisfare parametri di salute, benessere e comportamenti auspicati.
2. La spasmodica e superficiale continua ricerca del nuovo. Un "Nuovismo" a tutti i costi che possa essere strano, stravagante, a volte fuori-luogo e adatto da fotografare e mostrare sulle riviste. Un originale e fugace effetto-wow che non tiene conto della reale esperienza che il corpo e la mente esperiranno in quegli spazi nel lungo termine. "Nuovo" non significa in modo univoco "buono per il benessere dell'utente o dell'ambiente". Spesso sono artefatti guidati da intenti commerciali o politici. La ricerca della semplicità che dona il gusto del buon vivere, appare come una cosa banale, eppure, citando Leonardo da Vinci "La semplicità è la forma suprema della sofisticazione".
3. La difficoltà di mettersi al servizio. Dopo anni di studio e di gavetta, davanti ai successi raggiunti dalle "Archistar", molti progettisti fanno fatica a mettere al centro del progetto i bisogni degli utenti, a mettere da parte il loro ego, i loro gusti

e il loro marchio di riconoscimento e a rendersi "invisibili" e silenziosi facilitatori del benessere al servizio del fruitore che vivrà quegli spazi costruiti. Eppure come ci ha insegnato A. de Saint-Exupéry "é molto semplice: non si vede bene che con il cuore. L'essenziale è invisibile agli occhi."

Come mai le numerosissime ricerche di Psicologia ambientale e di Neuroscienze applicata all'architettura NON riescono ad arrivare in maniera fluida e diretta agli architetti e ai designer?

1. Mancano delle linee guida che traducano il linguaggio delle ricerche scientifiche e psicologiche in modalità operative di progettazione.
2. La conoscenza di approcci progettuali tradizionali per realizzare ambienti rigenerativi e supportivi alla vita e alla salute è scarsa.

Il Feng Shui già dal 3.000 a.c. aveva il compito di realizzare i luoghi di vita, come cimiteri, villaggi, piazze, palazzi di potere, magazzini, muraglie di difesa ecc... in condizione di vita umana scomoda e precaria, senza comfort ambientali, seppur immersa nella natura. I consulenti Feng Shui sapevano cercare e creare nel territorio le condizioni ambientali favorevoli per lo sviluppo positivo della vita nei villaggi e avevano la consapevolezza che le case e i luoghi in cui le persone vivevano alimentavano la loro salute.

Il Feng Shui e l'Architettura del Benessere hanno linee guida, livelli di lettura da seguire, conoscono molto bene come procedere nella progettazione tecnica-architettonica per costruire e ristrutturare, per favorire ambienti di facile leggibilità, memoria, orientamento e navigazione e nella progettazione d'interni per creare l'atmosfera estetica percettiva come regolatore emotivo e dunque ad impatto sul benessere del corpo e della mente.

In linea generale l'approccio progettuale antropocentrico con il Feng Shui e Architettura del Benessere parte dai bisogni della persona, poi si progetta la forma che guiderà i comportamenti della persona verso lo svolgimento di funzioni, che soddisferanno quei bisogni.

Conclusioni

Ambiente, Salute Psico-Fisica-Emotiva e Comportamenti sono collegati. Il Feng Shui lo spiega in modo empirico, la Psicologia Ambientale e le Neuroscienze ne danno evidenza Scientifica.

Il Feng Shui è sostenuto da Medicina Cinese, la stessa utilizzata in Agopuntura e ad oggi ci sono più di 44.000 ricerche che ne provano la scientificità in relazione alle terapie convenzionali.

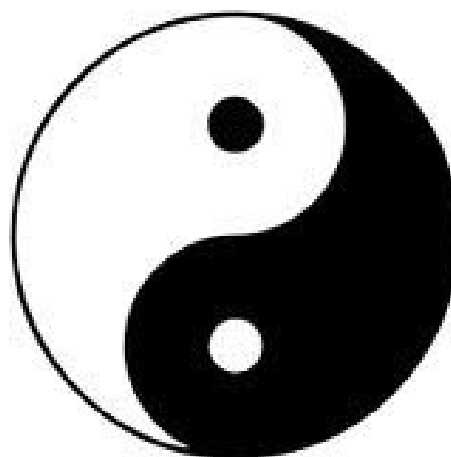
Per rapportare l'Architettura alla Salute occorre conoscere soprattutto le Persone e mettere al centro i loro bisogni la cui soddisfazione porta al concetto di Saluteolistica.

Benessere Ambientale e Saluteolistica richiedono un approccio multidisciplinare e interconnessioni tra ambiti che un tempo erano indissolubili e che la dissociazione mente-corpo operata da Cartesio primo e dalla Tecnologia dopo ha creato.

Ad oggi psicologi, neuroscienziati, architetti, interior design, ingegneri, medici, operatori della salute stanno portando avanti ricerche scientifiche in vari parti del mondo, spesso senza conoscersi, e convergono alle stesse conclusioni che Medicina Cinese insegna da 5000 anni.

La relazione tra la persona e l'ambiente naturale e costruito è un'esperienza di mente incarnata, di percezione corporea, un dialogo tra elementi concreti dei luoghi e il sistema sensoriale che attiva reazioni biochimiche e risposte cognitive-comportamentali, al fine di soddisfare bisogni profondi e di dare validazione al Sé.

La persona e la comunità, la casa e la città hanno bisogno di un approccio di Architettura centrata sulla Persona, un'Architettura Antropocentrica, più umana che si affranca dal suo Ego per mettersi al servizio del fruitore, in una visione olistica del progettare e realizzare luoghi ed edifici che devono tornare a parlare all'animo umano per sollevarlo dal dolore e fargli vedere la bellezza. Il Feng Shui e l'Architettura del benessere unitamente alla Psicologia Ambientale, alla Neuroarchitettura e Neuroestetica creano interconnessioni che riportano mente - corpo - ambiente - comportamenti all'essenza. Si chiude il cerchio. Il TAO DELL'ABITARE è completo. •



TAO (Yang-Yin)

<https://pixabay.com/it/vectors/yin-yang-yin-yang-taoismo-34549/>



5 ELEMENTI

<https://www.istockphoto.com/it/vettoriale/wu-xing-o-cina-è-5-elementi-diagramma-della-filosofia-consimboli-di-fuoco-gm1369095422-438923334>

Silvia Ruffilli. Dopo una Formazione Economica ed esperienze lavorative in ambito amministrativo sia del comparto privato che del comparto pubblico, intraprendo una formazione come Professionista disciplinato ai sensi della L.4/13 per conseguire la qualifica di Consulente di Feng Shui e Architettura del Benessere, Esperta di Psicologia dello Spazio con il Decluttering e Organizzazione, Esperta di Trattamenti Energetici di Riflessologia plantare, Auricolare e del Viso, Aromaterapia, Facilitatrice di Mindfulness e Tecniche Percettive. Sono esperta di Colori e Cromoterapia Ambientale. Autrice, Formatrice e Divulgatrice

Esiste un'adeguata tutela legale per i diritti dei musicisti?

Patrizia Barrilà

La musica è un luogo ideale dove ogni persona, “*per Sonum*”, come strumento vivo può risuonare e fare della diversità, negli infiniti spazi della coralità, un'opportunità d'intonazione.

Perché, come disse Ildegarda di Bingen, “*Symphonialis est anima*” e in questa complessa partitura che è l'esistenza, ogni persona, ogni donna/madre, bambina/figlia, amica/sorella è Tema fondamentale, prezioso contrappunto di Pace, necessario alla Sinfonia della Vita.

Patrizia Barrilà

Esiste uno strumento efficace per regolamentare e controllare l'attività di coloro che operano all'interno dell'industria musicale?

I musicisti del presente e del futuro sono e saranno tutelati in un mondo che si muove, velocemente, verso un nuovo scenario virtuale, dove lo Streaming (mediante l'innovazione tecnologica), pone in campo sempre più piattaforme online preparando il terreno all'intelligenza artificiale?

Negli ultimi due anni l'AGICOM segnala un contenzioso crescente per la difesa dei diritti d'autore e diritti connessi.

Cosa sono i diritti d'autore?

I diritti d'autore rappresentano un insieme di diritti legali conferiti ai creatori di opere originali, attribuendo il diritto esclusivo di controllare come le loro opere possono essere utilizzate, distribuite e sfruttate da terzi.

Un sottoinsieme dei diritti d'autore sono i diritti connessi, noti anche come diritti vicini o diritti correlati, che rappresentano una categoria specifica di diritti associati alle interpretazioni o esecuzioni di opere protette da diritti d'autore, concessi agli artisti interpreti o esecutori, ai produttori di fonogrammi e ai radio-diffusori.

Pertanto, mentre i diritti d'autore sono legati alle opere stesse, i diritti connessi riguardano le esibizioni e le interpretazioni delle opere.

Entrambi sono fondamentali per la tutela degli interessi degli autori e degli artisti interpreti o esecutori.

Quindi, perché nonostante siano presenti sul territorio diverse società di Collecting che si occupano della tutela del diritto d'autore e dei diritti connessi (SIAE, NUOVOIMAIE, AFI, SCF, ecc.), il nucleo di criticità si intensifica?

Cosa determina ed alimenta questa continua confusione che ruota attorno alla figura professionale del musicista?

La risposta è che, in Italia, ancora non esiste uno strumento adeguato che tuteli la categoria, non esiste “**l'Albo Professionale dei musicisti**”.

La mancanza di riconoscimento ufficiale, legale e istituzionale che determina chi è considerato un professionista, porta a una crescente ed errata percezione sulla qualificazione delle prestazioni dei musicisti in termini di professionalità.

L'istituzione di un albo è determinante per contrastare i mistificatori della musica; coloro che, utilizzando in modo distorto le nuove tecnologie, si vantano di una competenza che non hanno mai acquisito, alimentando il preconconcetto culturale che fare musica è facile e, così, screditando il lavoro dei veri “Musicisti”.

Cosa ha impedito l'istituzione dell'albo professionale dei musicisti?

Probabilmente uno dei motivi, oltre la poca considerazione da parte del mondo politico verso la categoria, è che prima della riforma i diplomi dei Conservatori di Musica non erano equiparati alle lauree universitarie.

Questo cambiamento ha avuto inizio con la Legge 508/99, nota anche come "Legge n. 508 del 29 dicembre 1999", che ha riformato il settore dell'istruzione superiore artistica. La Riforma Gelmini (Legge 240/2010) ha apportato ulteriori modifiche ed è stata seguita dal Decreto Ministeriale n. 611 del 9 agosto 2017 che ha consentito l'accesso nei Conservatori di Musica a nuovi corsi. Un ulteriore passo avanti è stato fatto con il Decreto Ministeriale n. 331 del 14 ottobre 2019, attuativo del comma 107 della Legge 228 del 24 dicembre 2012, che ha affrontato la questione dell'equipollenza tra i titoli del nuovo e vecchio ordinamento dell'Afam e la loro relazione con i titoli universitari. Questi interventi normativi hanno trasformato i Conservatori, conferendo loro la facoltà di rilasciare diplomi accademici di I e II livello equivalenti alle lauree brevi e alle lauree magistrali, creando così i presupposti per un cambiamento significativo nel riconoscimento e nella regolamentazione della professione musicale.

Infatti, adeguando i Conservatori alle regole proprie del settore universitario ed utilizzando il meccanismo dei crediti formativi in sintonia con il modello europeo, sono stati rivisitati tutti i programmi formativi dei corsi, creando un maggior campo d'azione e aggiungendo, oltre ai corsi di formazione classica, nuovi corsi come jazz, pop, ecc.

Tanto l'offerta didattica ampliata e meglio collegata alle necessità del mondo del lavoro, quanto l'avvento e l'evoluzione delle nuove tecnologie (che hanno portato alla nascita di nuove professioni, come tecnico del suono, ingegnere del suono, esperto di tecnologie informatiche per la musica nell'editoria e nella discografia, ecc.), hanno determinato la necessità di regolamentare e tutelare la categoria dei musicisti professionisti e di tutte le figure che appartengono all'universo musicale.

Sono sufficienti per la tutela dei diritti le società di Collecting o è necessario l'albo professionale dei musicisti?

Vero è che le Società Collettive di Gestione (Collecting Society), impegnate nel far rispettare i diritti d'autore e i diritti connessi, regolano l'utilizzo delle opere musicali, ma l'albo professionale dei musicisti svolgerebbe un ruolo cruciale nel garantire che chi opera nel settore sia effettivamente qualificato ed eticamente impegnato.

L'albo sarebbe chiamato a vigilare legalmente contro la pirateria musicale, difendendo i diritti dei musicisti ed impedendo che il loro lavoro sia depredato, con un uso inappropriato dell'intelligenza artificiale, da chi non ha una reale competenza o etica nel settore. Migliorerebbe il panorama musicale perché introdurrebbe standard elevati e certificati, garantendo che solo musicisti qualificati e preparati possano esercitare legalmente. Questo contribuirebbe a rendere la professione musicale più rispettata e protetta, offrendo alle nuove generazioni gli strumenti necessari per costruire carriere solide e riconosciute.

In sintesi l'avvento dell'albo dei musicisti apporterebbe:

- **Trasparenza e legalità:** verificando lo stato professionale dei musicisti e prevenendo pratiche illegali.
- **Protezione dei diritti:** assicurando compensi equi.
- **Creazione di una rete professionale per i musicisti:** facilitando l'accesso a opportunità lavorative, promuovendo agevolazioni fiscali e progetti ufficiali.
- **Garanzia di qualità:** proteggendo i consumatori e migliorando la professionalità dei musicisti.
- **Controllo etico:** gestendo reclami e controversie applicando norme regolamentari.

Istituire l'Albo professionale dei musicisti è perciò essenziale?

Sicuramente contribuirebbe a mantenere e far crescere il settore, generando reddito e occupazione. Rafforzerebbe la promozione delle tradizioni musicali locali, nazionali e internazionali, favorendo la conservazione e l'evoluzione del patrimonio culturale e diventerebbe uno strumento di sviluppo, un ponte verso un futuro forte, dove le nuove generazioni di musicisti, preparate a padroneggiare l'intelligenza artificiale -invece di subirla- rafforzerebbero le loro opportunità lavorative.

Dunque è ora che in Italia, patria del primo Conservatorio di musica, si recuperi quel valore formativo necessario alla crescita della persona, valore che la Musica, arte fra le arti, rafforza e crea.

Per garantire l'importanza sia della formazione che la tutela della categoria e del pubblico è ora che la politica intervenga con l'istituzione dell'Albo dei musicisti come mezzo per il recupero di un valore fondante per la cultura, l'economia e la società nella sua interezza. •



Patrizia Barrilà è una compositrice, pianista e direttrice d'orchestra formata presso il Conservatorio Santa Cecilia di Roma sotto la guida del maestro P. Biondi. Ha perfezionato le sue competenze con corsi avanzati presso l'Accademia Musicale "Ottorino Respighi" di Assisi e l'Accademia Chigiana di Siena, specializzandosi in composizione e informatica musicale.

Dal 2004 collabora con la RAI come compositrice. Insegna pianoforte, armonia e storia della musica sacra, ha diretto il Coro "Corde Iubilemus" della Basilica di Sant'Agostino e ha tenuto corsi di Colonna Sonora per il corso di Montatore Cinematografico e Audiovisivo per EYES Italia. Nel 2006 ha vinto il premio "SERGIO LEONE DAY" per la migliore musica per documentari. La sua produzione musicale spazia da documentari come "LA MEMORIA DELL'ACQUA" e "MYSTERY TUSCANY" a film e documentari come "SPARTIACQUE: Da Enea ad Attila" per RAI5. Ha firmato la musica di programmi di successo come "IL PALIO DI SIENA" su RAI. Ha composto per favole musicali come "IL SORRISO DI REFIORDALISO" e spettacoli teatrali come "IDENTITÀ MUTANTI in Polifonia Urbana" e "DRIIN 612", una denuncia della violenza di genere nota come "stalking". Ha creato colonne sonore per mostre multimediali di prestigio come "ITALIANI A TAVOLA 1860-1960" e "GRAND TOUR e le Origini del 3D". Dal 2023, Patrizia Barrilà è Delegata alla Musica e Direttore Artistico presso l'Accademia Angelico Costantiniana.

Ponti. Progettazione, tipologie, elementi Recensione del libro di Antonio Cirillo

Enzo Siviero

Mentre a livello internazionale i libri sui ponti proliferano ad ogni piè sospinto (io stesso ne sono un "quasi" collezionista indefesso). A livello nazionale siamo ancora ancorati ai famosissimi libri a carattere generale di Aldo Raithe e Mario Paolo Petrangeli più quello limitato ai ponti strallati di Fabrizio de Miranda. Tutti libri introvabili. Vero è che Marcello Arici una ventina di anni fa ha tradotto uno dei libri più belli sul tema: TIERRA SOBRE EL AGUA di Leonardo Fernandez Troyano che ha avuto un discreto successo senza tuttavia raggiungere quella diffusione che ci sarebbe aspettata. Come mai? Io credo che il tema del CONCEPTUAL DESIGN sia stato pressoché ignorato nel mondo universitario dell'ingegneria strutturale. A dire il vero io stesso per una intera vita accademica e professionale ho promosso (alla Nervi...) il tema dell'architettura dei ponti presso lo IUAV di Venezia. Tuttavia poco o nulla vi è rimasto. Le mie 750 tesi di laurea

allo IUAV e le 200 in eCampus restano una testimonianza confinata nelle aule universitarie. Peccato! Ma da poco tempo è finalmente uscito un pregevole libro sui Ponti che colma un vuoto evidente. In questo libro i termini OLISTICO e CONCEPTUAL DESIGN vi compaiono per incanto nelle prime pagine richiamando l'attenzione dei lettori che IL PROGETTO è prima di tutto CONCETTUALE, come ci hanno insegnato i grandi progettisti del passato italiani e non! Merito di un ingegnere pisano Antonio Cirillo (allievo del compianto Raffaello Bartelletti e docente ITIS) aver speso anni della sua vita per editare questo volume che oggettivamente mancava. L'autore entra con dovizia di particolari e straordinaria competenza su ogni aspetto del ponte anche per gli ambiti meno noti ai più come giunti e appoggi, spesso relegati agli specialisti, ma anche ai sistemi costruttivi che spesso condizionano pesantemente la stessa realizzabilità dell'opera.

Trattasi dunque di un lavoro egregio che, come detto, mancava da decenni. Con l'auspicio che venga adottato nei vari corsi di Ponti e utilizzato da tutti gli addetti ai lavori.

Per parte mia, unitamente a Marcello Arici e un impegno a rieditare TERRA SULL'ACQUA con un aggiornamento sui ponti del secondo millennio, con l'aiuto di altri giovani colleghi amanti dei ponti e della loro straordinaria e spesso negletta VENUSTAS...

P.S. Voglio qui richiamare il mio ricordo di Raffaello Bartelletti

Raffaello Bartelletti, nel ricordo di Enzo Siviero

Raffaello carissimo, ho saputo per caso della tua dipartita, quando da Claudio Borri mi è stata chiesta in visione la Tesi (che unitamente a tante altre sui Grandi dell'ingegneria strutturale del passato avevo seguito sulla tua figura) in vista di una pubblicazione a te dedicata curata da Michele Betti. Nel dolore per la bruttissima notizia, mi sono ricordato dei nostri brevi ma intensi incontri e della bellezza creativa dei nostri discorsi. A partire dai primi anni '90 quando con Claudio Ceccoli abbiamo formato la commissione per un posto di ricercatore di Tecnica delle Costruzioni a Bologna sotto l'egida del nostro compianto e indimenticabile Piero Pozzati. Purtroppo Claudio ci ha lasciato prematuramente già da tempo, ma il comune ricordo è ancora vivissimo. In quel concorso vinse Marco Savoia che ha poi avuto una carriera luminosa mentre il secondo classificato Paolo Foraboschi fu poi da me chiamato a Venezia così come mi aveva sollecitato il compianto Andrea Chiarugi. Caro Raffaello, da allora il nostro legame si è rinsaldato nel tempo con la reciproca amicizia essendo tu e io molto simili nell'interpretazione del nostro impegno universitario. Tu ben prima di me avevi perseguito il trinomio a me caro Ricerca Didattica Professione tra loro indistinguibili nel consentirci di trasmettere ai nostri allievi (tu a ingegneria io ad Architettura con più di qualche intersezione culturale...) il sapere unitamente al saper fare e ancor più il saper far fare. Il segno che tu hai lasciato nella tua vita accademica e professionale è davvero esemplificativo di ciò che purtroppo in gran parte si è perso negli ultimi anni. All'impegno a tutto campo sui temi reali e concreti del costruire che caratterizzava i docenti del passato, si sono via via sostituiti il teorizzare troppo spesso avulso dalla realtà con il solo scopo di pubblicare per la "cattedra". Ne abbiamo parlato a lungo nell'ultima occasione in cui ci siamo incontrati a Venezia per il CTA pochi anni fa. Entrambi in quiescenza ma ancora vogliosi di cimentarci sulle tematiche dei Ponti che abbiamo da sempre coltivato gelosamente anche come atteggiamento mentale, ovvero un ponte verso gli allievi. Ebbene sappi caro Raffaello che spesso ti

cito per la tua profondità di pensiero-azione unitamente alla modestia propria dei "grandi" che non hanno la necessità di esibire nulla se non l'essere di esempio. Ci mancheranno la tua giovialità, il tuo sorriso aperto, la tua affabilità, il tuo essere "ponte" e ti confesso che molto ho tratto dalla tua persona dato che io stesso vengo ormai da tempo denominato UomoPonte. Lo eri tu nei fatti e ora raccogliendo da te il testimone mi ci ritrovo appieno. Perché non basta costruire ponti, (non solo fisici...) bisogna avere il coraggio di percorrerli fino in fondo perché sono il vero sentiero della conoscenza e della nostra vita.

Mai ti dimenticheremo anche perché il tuo viaggio per noi non è senza ritorno! Anzi! non sei mai partito e lo sentiamo con tutto il nostro affetto.

Ma nello stesso tempo ecco il suo pensiero per me

Caro Enzo

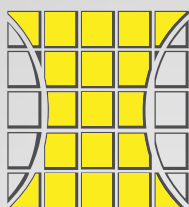
Mi hai stupito! E incantato. Confesso che non ho ancora letto tutto e ho un po' saltabecato tra Libia, Calabria, cugino Rodolfo (del quale fui grande estimatore), Liceo Classico (il mio!

30 Ultima roccaforte in Italia del greco antico), e ho scoperto, per la prima volta, di essere "geloso" dei ponti, incontrando un temibile concorrente. In verità lo avevo già sospettato fin da quando ci trovammo a Bologna, ma sentendo e leggendo ora cosa e quanto dici e scrivi, ne sono sicuro... Spero di difendermi almeno un po' mandandoti, appena posso, qualche cosa... Ti ringrazio e ti abbraccio, grato dell'ultimo incontro veneziano.

... Ecco una delle prime fonti della mia passione per i ponti: avevo cinque anni quando vidi le foto (queste e altre) del mio papà che costruiva ponti in Africa, sulla strada n. 2 (allora si chiamava "della Vittoria") nella tratta Dessié - Debra Sina, come ingegnere alle dipendenze della famosa Ditta Puricelli Strade e Cave, divenuta poi nel dopoguerra Italstrade.

Le foto-tessera, purtroppo poco ingrandibili, si riferiscono alla costruzione di un ponte presso Sendafà nel maggio 1937. Sul retro di una foto c'è l'annotazione "Ponte gettato in un giorno e una notte alla luce dei fari dei camion" 31 di pugno di mio padre, che ovviamente è quello con i calzoni corti e il basco bianco. L'altro allegato è estratto da un disegno completo del manufatto e denuncia chiaramente con la grafica la sua epoca. La luce oggi appare modesta, ma di tutto rispetto è il ribassamento di 1/10. Spero di poter avere il tempo di mandarti ancora qualcos'altro su ponti africani.

Raffaello Bartelletti



**VENETA
ENGINEERING** S.r.l.

Organismo di Certificazione, Ispezione e Prova notificato
alla Comunità Europea dal 1994 col n° 0505

DA **40 ANNI** TI FORNIAMO
LA CERTEZZA DEI DATI
DI CUI HAI BISOGNO

"un'esperienza cancella mille parole...mille parole non cancellano un'esperienza"

Collaudo ponte di Calatrava (Venezia)
con prove di carico di Veneta Engineering

 045 820 09 48

 Via Lovanio 8/10 - Verona

 www.venetaengineering.it

 segreteria@venetaengineering.it



nicoVelo

S
P
A

PREFABBRICAZIONE DAL 1943

Capannoni industriali, artigianali, commerciali ed agricoli.

Coperture piane, a doppia pendenza ed a shed.

Cisterne cilindriche e quadrangolari per vino, acqua ed impianti di depurazione.



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Sede e Uffici:

Via Roma, 46 - 35014 Fontaniva (PD) - Tel. 049 594 20 11 - Fax 049 594 15 55
www.nicovelo.it - info@veloprefabbricati.com

